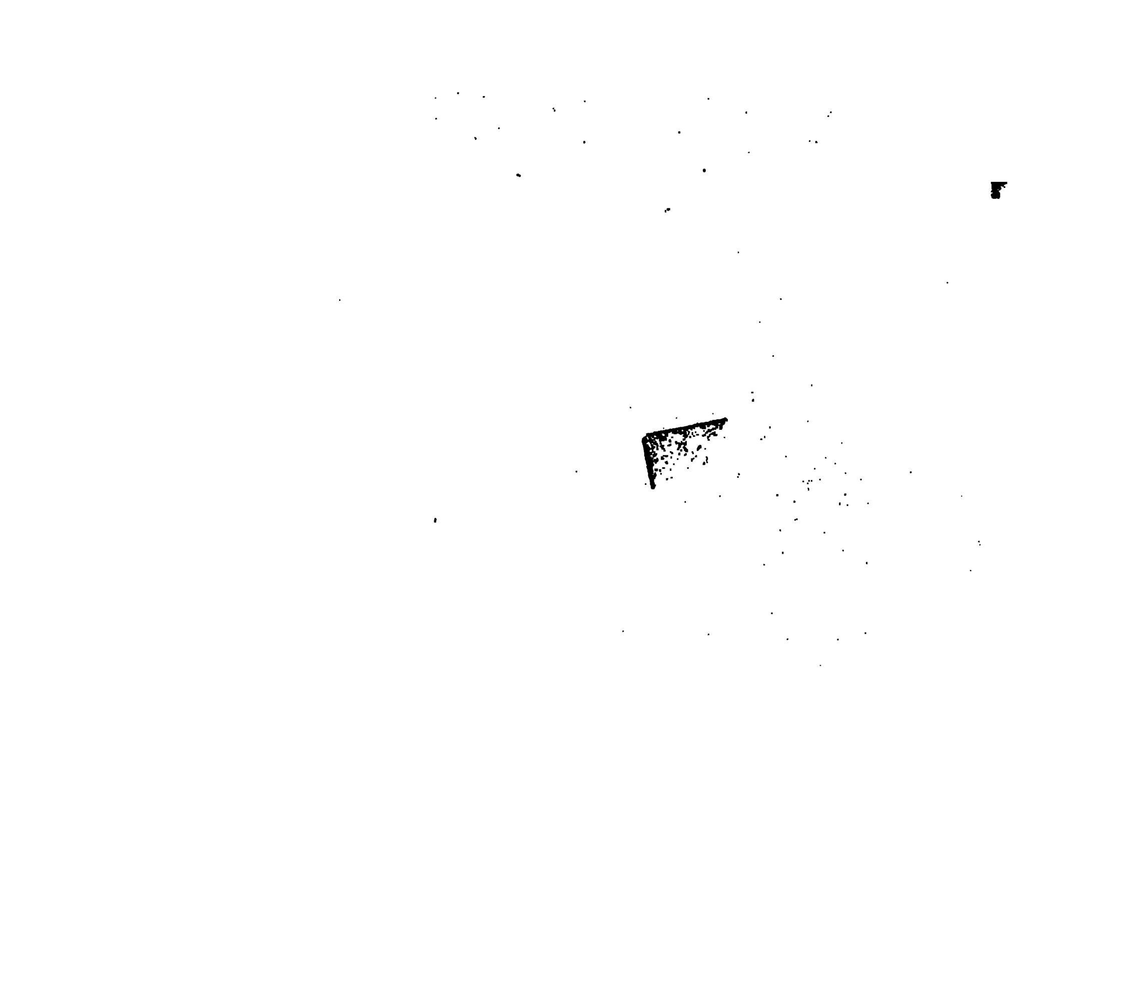
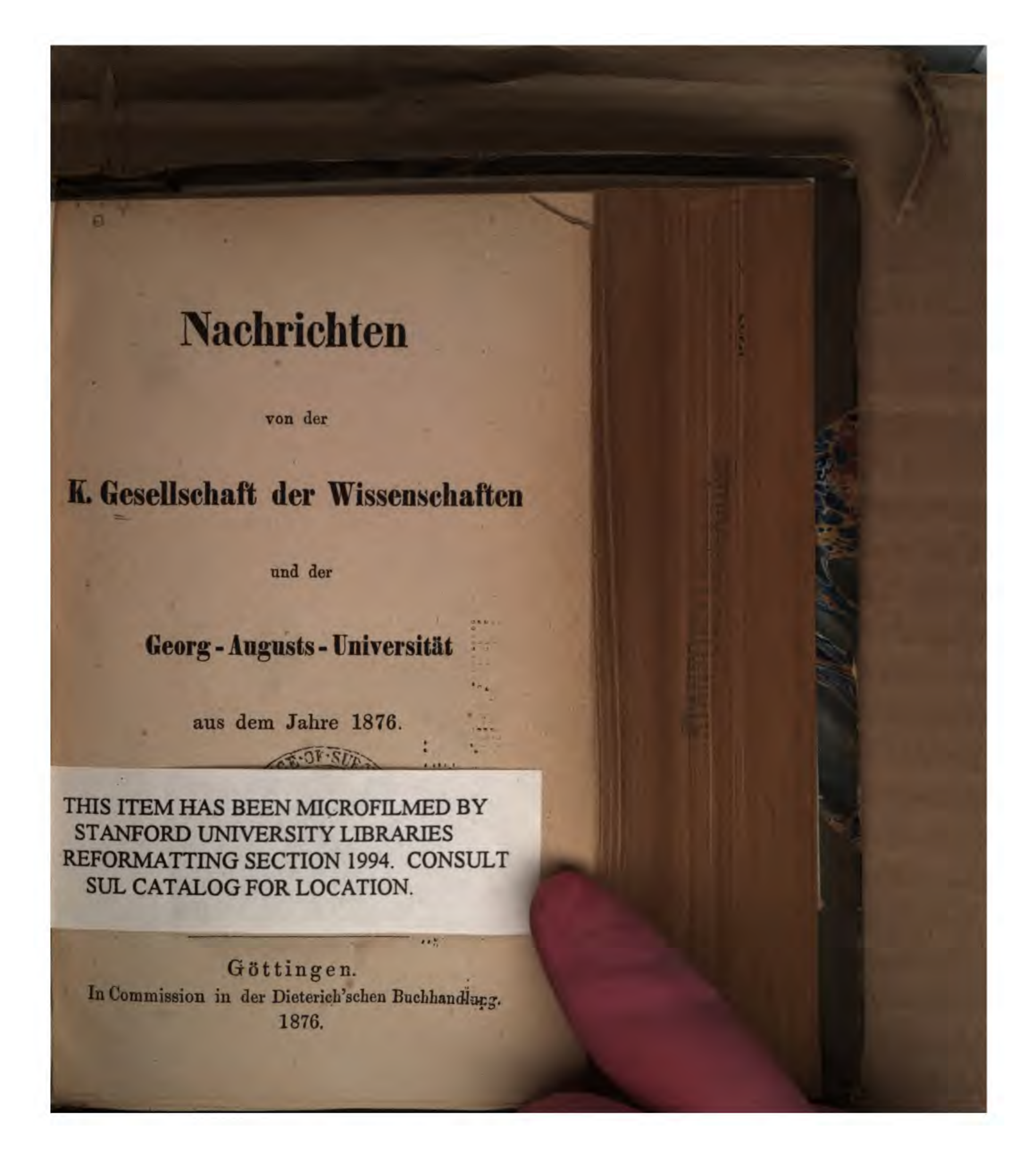










Nachrichten

von der

K. Gesellschaft der Wissenschaften

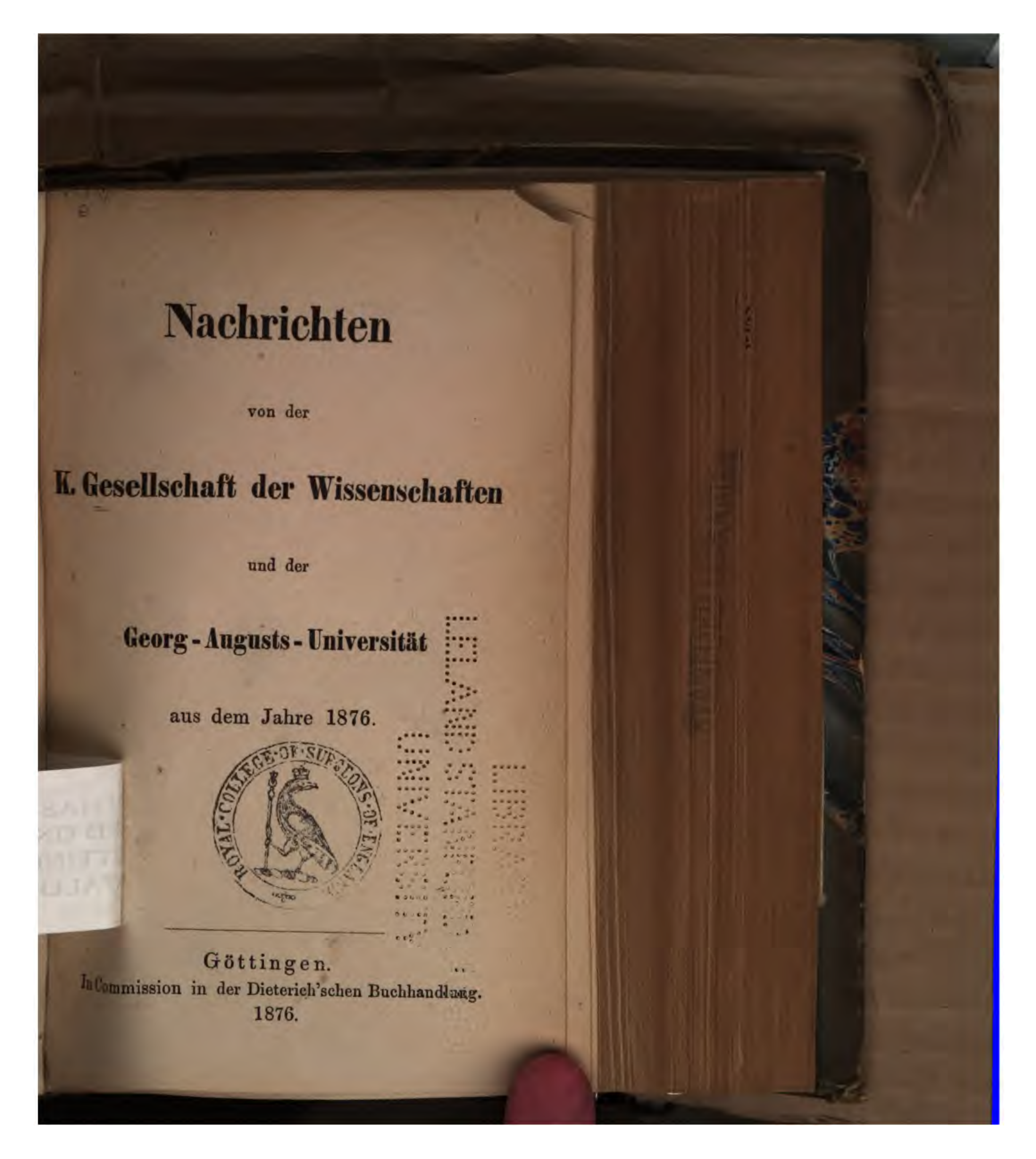
und der

Georg - Augusts - Universität

aus dem Jahre 1876.

Göttingen.
In Commission in der Dieterich'schen Buchhandlung.
1876.





Nachrichten

von der

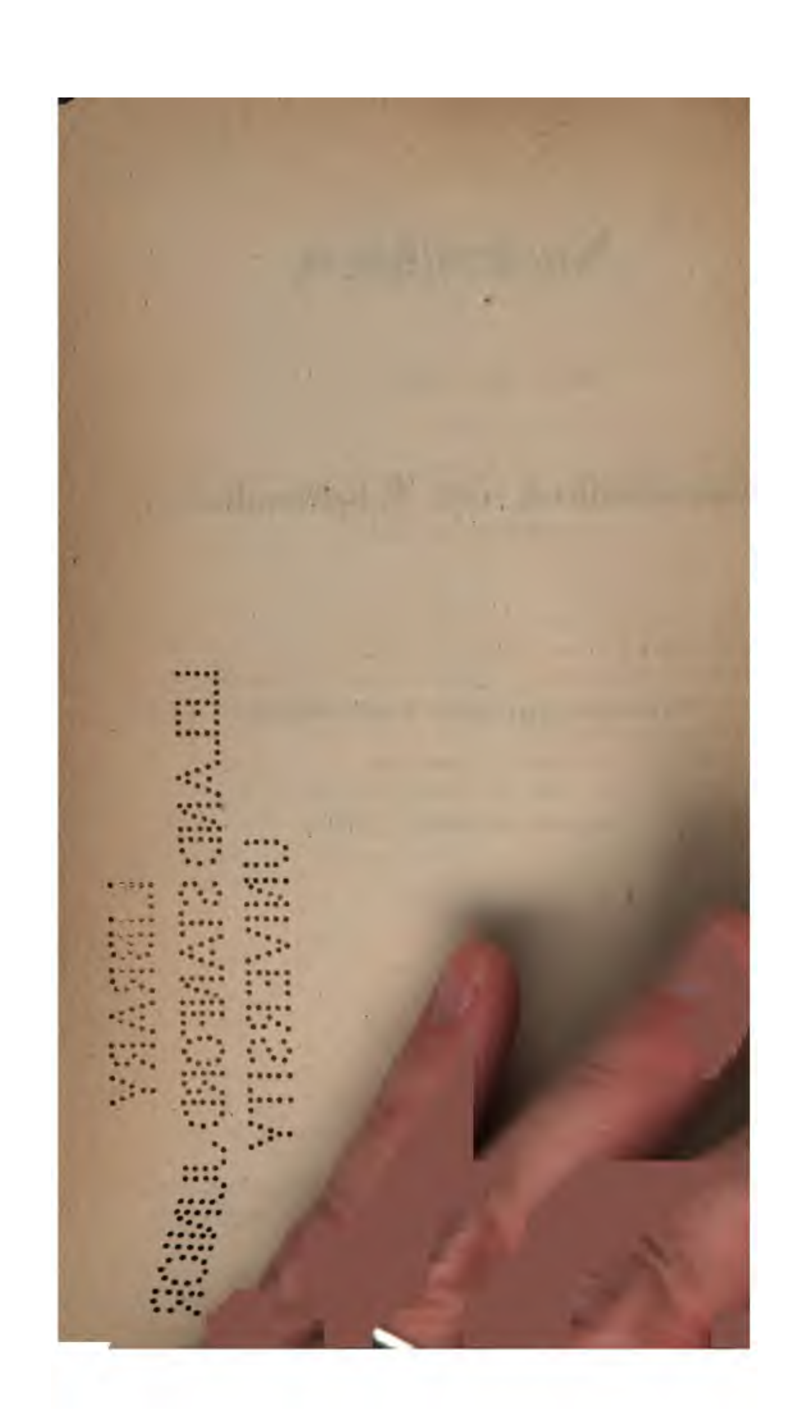
K. Gesellschaft der Wissenschaften

und der

Georg-Augusts-Universität

aus dem Jahre 1876.

Göttingen.
In Commission in der Dieterich'schen Buchhandlung.
1876.



Register

über

die Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität aus dem Jahre 1876.

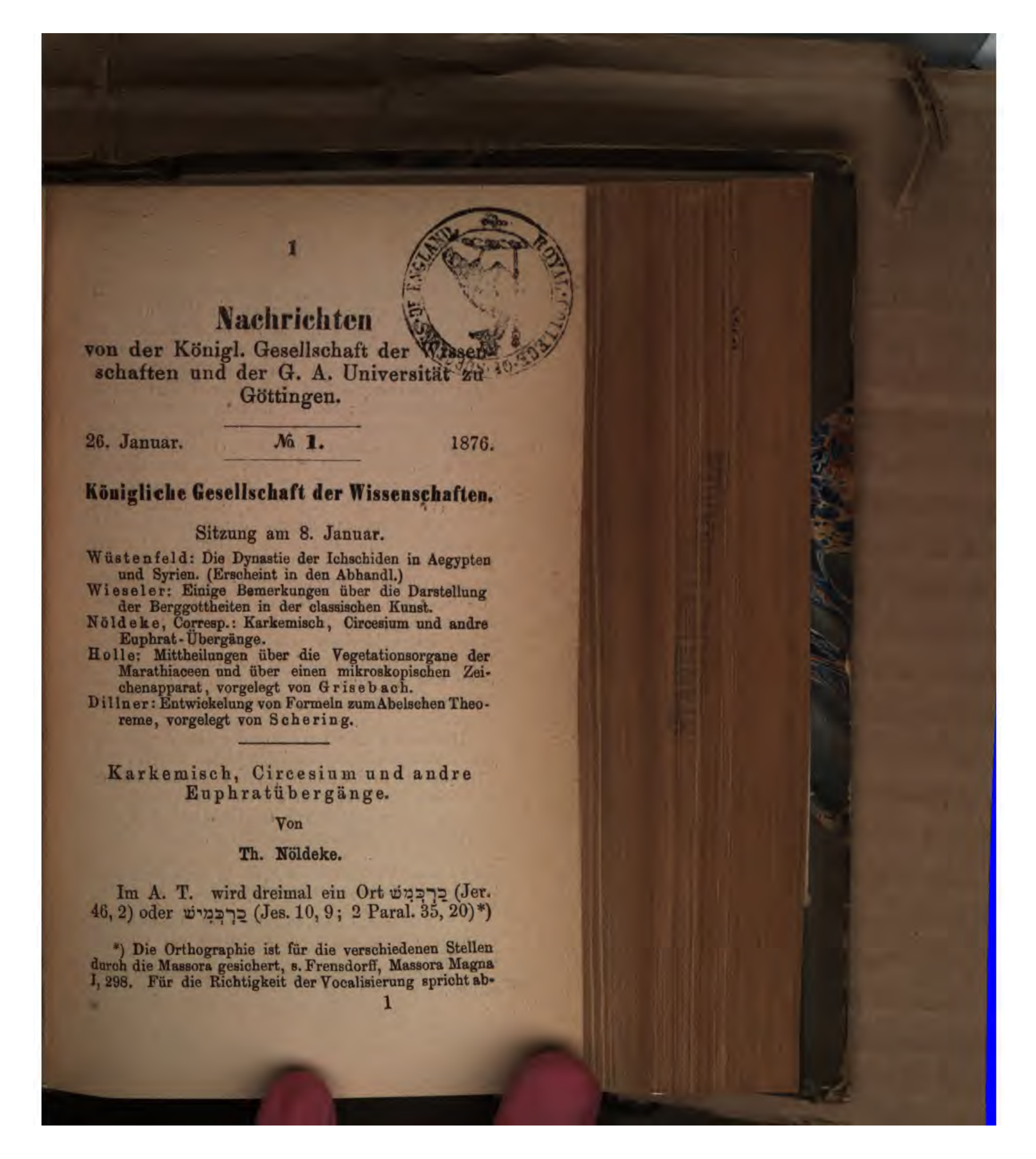
---

sembryanthemum 99. — H. Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Crinoideen 105. — Benfey, Die Quantitätsverschiedenheiten in den Sa*m*hitâ- und Pada-Texten des Veda 133 (in den Abhandlungen gedruckt). — W. Holtz, Einige wesentliche Verbesserungen an einfachen und zusammengesetzten Influenzmaschinen 133. — Carl Fromme, Ueber die Constitution des Stahls und deren Zusammenhang mit seiner Magnetisirbarkeit 157. — J. H. Kuhnt, Beitrag zur Anatomie der markhaltigen peripheren Nervenfaser 189. — F. Kohlrausch, Ueber das Leitungsvermögen der in Wasser gelösten Elektrolyte im Zusammenhang mit der Wanderung ihrer Bestandtheile 213. — E. Riecke, Ueber die Bewegung der Elektricität in körperlichen Leitern, insbesondere in einer leitenden Kugel 224. — Ph. Zoeller, Schwefelkohlenstoff als Conservirungs- und Desinfectionsmittel 237. — C. A. Bjerknes, Ueber die Druckkräfte, die durch gleichzeitige, mit Contractionen und Dilatationen verbundene Bewegungen von mehreren kugelförmigen, in einer incompressiblen Flüssigkeit befindlichen, Körpern entstehen 245. — H. Hübner und F. Frerichs, Vorläufige Mittheilung über die Einwirkung von Jodcyan auf Amide 292. — Th. Benfey, Die zwei tönende Zischlaute der arischen Periode und des ältesten Sanskrits 297. — Derselbe, जझ्झतीस् *jájhjhatîs*, Rigveda V. 52, 6. 324. — Ed. Riecke, Zur Theorie der unipolaren Induction und der *Plücker'schen* Versuche 332. — H. Lud-

wig, Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. 2. Artikel. — 353. H. v. Ihering, Zur Physiologie und Histologie des Centralnervensystems von Helix pomatia 361. — Ehlers, Zur Kenntniß der minirenden Bryozoen 369 (in den Abhandlungen gedruckt). — Schwarz, Ueber die von H. Weber und R. Dedekind herausgegebenen Werke Riemann's 369. — F. Wöhler, Mittheilung die Gauss'schen Werke betreffend 369. — Ph. Zoeller, Schwefelkohlenstoff als Conservirungsmittel. 2. Mittheilung 370. — Brugsh, Ueber die Libyschen Völker im 14. Jahrhundert vor Christus (in den Abhandlungen gedruckt) 397. — Th. Benfey, das indogermanische Thema des Zahlworts „zwei" ist du 397 (in den Abhandlungen gedruckt). — Fr. W. Unger, Zur Geschichte der Schlangensäule in Constantinopel 397. — Th. Benfey, ṛ*i* bezeichnet in den Veden sowohl den kurzen als langen Vocal 405. — Derselbe, Nédîyaṃs, nédishṭha 445. — H. Brugsh, Die Siegesinschrift Königs *Pí-anchi* von Aethiopien 457. — F. Wöhler, Notiz über das Verhalten des Palladiums in der Alkoholflamme 489. — W. Holtz, Ideen zur Umgestaltung der Reibzeugelektrisirmaschine 494. — A. Hurwitz und H. Schubert, Ueber den Chasles'schen Satz $\alpha\mu + \beta\nu$ 503. — Fr. Spangenberg, Ueber Bau und Entwicklung der Daphniden 517. — Th. Benfey, Ist Rigveda VII. 44, 3 ma͜ççatór oder mâ͜ççatór in der Sa*m*hitâ zu lesen? 537. — J. B. Listing, Zur Erinnerung an Sartorius von Waltershausen 547. — R. Pauli, Das

---

Göttingen,
Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckerei.
W. Fr. Kästner.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

26. Januar. № 1. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 8. Januar.

Wüstenfeld: Die Dynastie der Ichschiden in Aegypten und Syrien. (Erscheint in den Abhandl.)
Wieseler: Einige Bemerkungen über die Darstellung der Berggottheiten in der classischen Kunst.
Nöldeke, Corresp.: Karkemisch, Circesium und andre Euphrat-Übergänge.
Holle: Mittheilungen über die Vegetationsorgane der Marathiaceen und über einen mikroskopischen Zeichenapparat, vorgelegt von Grisebach.
Dillner: Entwickelung von Formeln zum Abelschen Theoreme, vorgelegt von Schering.

Karkemisch, Circesium und andre Euphratübergänge.

Von

Th. Nöldeke.

Im A. T. wird dreimal ein Ort כַּרְכְּמִשׁ (Jer. 46, 2) oder כַּרְכְּמִישׁ (Jes. 10, 9; 2 Paral. 35, 20)*)

*) Die Orthographie ist für die verschiedenen Stellen durch die Massora gesichert, s. Frensdorff, Massora Magna I, 298. Für die Richtigkeit der Vocalisierung spricht ab-

erwähnt. Dieser wird im Midrasch Echa zu I, 18 mit קרקסיון *) Cirsesium (an der Mündung des Chaboras in den Euphrat im nördlichen Winkel) identificiert. Es ist seltsam, daß auf eine so schwache Autorität hin diese Gleichsetzung bis in die neueste Zeit fast ohne Widerspruch angenommen ist; freilich müssen wir bemerken, daß sich Bochart, dem man auch diese Ansicht beilegt, unbestimmt ausdrückt (Phaleg. 4, 21). Erst vor Kurzem hat Maspero in der Schrift „*De Carchemis oppidi situ et historia antiquissima* (Paris 1872) bewiesen, daß Karkemisch nicht Circesium sein kann. Jener Ort kommt in der Schreibung *Karkamascha* (Brugsch, Geogr. Inschriften, Ausland tab. XVIII, 64); *Karkamasch* (Chabas, Voyage 294); *Kairkamiascha* (Chabas, Mel. égypt. III, série 2, 293)**) mehrfach auf ägyptischen Denkmälern vor. Karkemisch ist wiederholt von ägyptischen Heeren berührt, welche gegen das nördliche Mesopotamien und Assyrien ausgezogen waren; es muß bedeutend nördlicher gelegen haben als Circesium.

Diese, von mir kurz angedeutete, Argumentation Maspero's lag uns Semitisten ferner, da wir nur die drei Stellen des A. T. genauer kannten; ich selbst war aber aus einem ganz anderen Grunde schon länger von der Unhaltbarkeit der gewöhnlichen Meinung überzeugt. Der Name

gesehen von den ägyptischen Formen, auch *Χαρχαμεῖς* (verstümmelt *Χαρμεῖς*) der Septuaginta Jer. 26, 2 (=hebr. 46, 2).

*) S. Neubauer, Géogr. du Talmud 354. Die schlechte Ausgabe, welche mir allein zur Hand ist, schreibt קרקסרון.

**) Auf der Karte zu seiner Schrift hat Maspero *Karkamisch.*

Circesium ist nämlich erst *in der römischen Zeit* aufgekommen. Es ist allerdings nicht sicher, ob er erst seit der Erbauung des Castells (**κάστρον Κιρκήσιον** durch Diocletian gebraucht ist, wie man aus Procop, Aedif. 2, 6; Malala (ed. Ox.) II, 17, vergl. I, 409 schließen möchte. Ammian 23, 5, 1 ff. sagt nämlich, daß schon vorher dort ein kleiner Ort gewesen wäre. Dieser kann freilich auch einen andern Namen geführt haben, aber die Erwähnung von *Circessum* oder *Circeïum castrum* in der Zeit des Gordian bei Capitolinus, Gordian 34, 2 und bei Sextus Rufus 22 macht es wahrscheinlicher, daß auch der Name schon damals bestand, wenn es auch immerhin möglich bleibt, daß der für Diocletian selbst schreibende Capitolinus und der spätere Sextus Rufus die erst von jenem Kaiser dem Orte gegebene Benennung schon für die frühere Zeit gebrauchten. Auf alle Fälle ist **τὸ Κιρκήσιον κάστρον** oder (**τὸ**) **Κιρκήσιον**, wie die correcteren Schriftsteller haben (z. B. Zosimus 3, 12, Procop l. c. und Bell. pers. 2, 5; Theophyl. passim u. s. w.) oder **Κιρκίσιον** (Malala u. s. w.) oder **Κιρκισία** (Parthey, Not. episc. p. 87) oder gar **κάστρον Κιρκένσιον** (bei Kuhn, Verfassung II, 529) echtlateinisch = *castrum Circense* „das Castell mit dem Circus“ *) und also erst als römische Militärstation aufgekommen, wie es denn durchweg nur als militärischer Punct an der Gränze erwähnt und so (als *Circesium*) auch in der Notitia dign. or. XXXIII aufgeführt wird. Die Etymologie von *circus* kannte noch der gelehrte Hamza bei Jâqût IV, 66, 1: er sagt „*Qarqîsiâ* [wie die Araber den Ort nennen] ist

*) ήσιος wird ja von jeher als Vertretung des lateinischen *ensis* (wie *ἄριος* für *aris*) gebraucht.

arabisiert aus *Kirkîsiâ*, und das kommt von *Kirkîs*, was „Pferderennen" bedeutet". Die aramäischen Eingebornen scheinen den Namen in *Kerkusion* entstellt zu haben; so schreibt der Syrer Land, Anecd. I, 16, 2 ܩܪܩܘܣܝܘܢ, und so spricht auch Ammian, wie er es an Ort und Stelle gehört haben wird, *Cercusium.*

Bei dieser natürlichen Erklärung des Namens tritt die Willkürlichkeit seiner Gleichsetzung mit *Karkemisch* erst recht ans Licht. Dass **Κιρκήσιον** eine bloße Modernisierung von כרכמיש wäre, ist um so unwahrscheinlicher, als man ja nach aller Analogie für die beiden *Kaf* zwei χ zu erwarten hätte. Ueberhaupt muß man mit der Annahme derartiger Umbildungen sehr vorsichtig sein. Dazu kommt nun, daß uns aller Wahrscheinlichkeit nach in *Ναβαγάϑ* des Isidor Char. (Müller, geogr. min. I, 248) bei *Φάλιγα* (*Φαλγα* des Arrian bei Steph. Byz. s. v.) der wirkliche alte Name des Ortes erhalten ist, der später Circesium hieß.

Ob sich Maspero's Annahme, daß an der Stelle von Circesium in assyrischer Zeit ein Ort *Sirki* gelegen habe (De Carch. S. 13; Hist. anc. de l'orient 346) beweisen läßt, bezweifle ich sehr.

Also darin hat Maspero unbedingt Recht, daß Circesium nicht Karkemisch*) ist. Dage-

*) Eine genügende Erklärung des Namens כרכמיש ist noch nicht gegeben. Die Annahme, daß die erste Hälfte des Wortes das in aramäischen Städtenamen beliebte כרך „Stadt" ist, liegt allerdings nahe, aber מיש giebt keinen deutlichen Sinn, und es mit Gesenius als כרך כמיש „Stadt des Kemisch" = „Stadt des Kamosch" zu nehmen, kann ich mich deshalb nicht entschließen, weil der Gott eben כמוש heißt und dazu dessen Cult außerhalb Moab nicht nachgewiesen ist. Das räthselhafte

gen scheint mir seine Ansicht, dieses sei = *Mabbog* (*Mambig'* der Araber, *Βαμβύκη* oder *Hierapolis*), unhaltbar, wie sie denn auch schon von Renan, journ. as. 1873 Juil. 52 und Chabas, Mel. ég. III, série 2, 293 bezweifelt ist. Seine nächste Stütze ist nicht besser als die der alten Ansicht. Die syrische Uebersetzung der Chronik giebt nämlich Karkemisch durch ܡܒܘܓ *Mabbog* *) wieder, und daraus ist dieser Name auch in die Parallelstelle 2 Reg. 23, 29 gerathen, wo sie schon Ephraim fand, wenn wir der römischen Ausgabe (I, 566) trauen dürfen **). Was auf derartige Erklärungen in der Peschîtâ zu geben ist, zeigt die Uebersetzung von מעכה durch *Kyrros* (Jos. 13, 11, 13) oder *Harrân* (1 Paral. 19, 6 f.); ספרד durch *Spanien* (Obadja 20); צובא durch *Nisibis* (1 Paral. 18, 5, 9) ***); חמת durch *Antiochia* (1 Paral. 18, 9; 2 Paral. 8, 2) u. s. w. Wir haben hier eben willkürliche Gleichsetzungen, wie wir sie in jüdischen und von jüdischer Tradition abhängigen Schriften jener Epoche viel finden, ganz besonders aber in der syrischen

כרכמיש „Blei" (s. Buxtorff s. v.) führt uns nicht weiter. Uebrigens kann ja der alte Name sehr wohl von einem nicht semitischen Stamme (wie den Cheta) herrühren.

*) Genauer *Mabbogh*. Die ursprünglichere Aussprache, wie sie bei den Ostsyrern erhalten, ist mit doppeltem *b*, aspiriertem *g* und mit *o* (nicht *u*), welches wohl (schon nach der arab. Form zu schließen) eigentlich kurz war.

**) Das sind natürlich aber keine selbständigen Zeugnisse, wie Maspero, De Carh. 15 anzunehmen scheint, so wenig wie die von ihm angeführte arabische Uebersetzung, die eben aus dem syrischen Texte gemacht ist.

***) In den Königsbüchern wird צובא beibehalten. Jene ganz verkehrte Identificierung hat unverdienten Beifall gefunden.

Uebersetzung der Chronik, welche sich ja durch ihre targumartigen Ausdeutungen und Zusätze von allen andern Theilen der Peschîtâ unvortheilhaft unterscheidet. An eine alte Localüberlieferung ist dabei nicht zu denken.

Hauptsächlich beruft sich Maspero aber auf geographische Gründe. Entscheidend wären diese auch dann noch nicht, wenn sich nichts Positives dagegen einwenden ließe. Das ist nun aber wirklich der Fall. Karkemisch wird zuletzt gegen Ende des 7ten Jahrhunderts erwähnt; 200 Jahre später existiert aber schon der Name *Mabbog* oder vielmehr die ursprüngliche Form *Mambog*, welche sich, wie das arab. مَنْبِج zeigt, auch später noch erhalten hat*). Denn so nannte den Ort Ktesias (s. Eratosthenes, Katast. 38, wo die Variante *Βοββύκων*), und da der Ort hier mit einem alten Mythus verbunden wird, so ist es nicht wahrscheinlich, daß das eine ganz junge Benennung war. Die Namensveränderung in der Zeit nach Nebucadnezar und vor der griechischen Periode wäre auch dann auffallend, wenn man etwa die Angabe, daß Ktesias so gesagt, anzweifeln wollte. Allerdings ist ja der griechische Text der Katasterismen nicht übermäßig zuverlässig, und die entsprechenden Stellen in den Scholien zum griechischen und lateinischen Aratus erwähnen den Ktesias nicht, wie andrerseits bei Diodor, welcher sicher ähnliche Mythen nach Ktesias erzählt, der Stadtname fehlt. Aber auf alle Fälle war der Name *Βαμβύκη* älter als der griechische *Ἱέρα πόλις*,

*) In der Assimilierung und Nichtassimilierung eines *n* (welches vor *b* natürlich *m* gesprochen wird) schwanken die aramäischen Dialecte gar sehr.

welchen schon Seleucus I Nicator gab*) Aelian, Natura anim. 12, 2, vrgl. Strabo 848. 751; Plutarch Antonius 37; Plin. 5, 23 §. 81). Nun ist der Name „*Mambog*“ „Sprudel“ so einfach, aus den natürlichen Verhältnissen erklärbar (s. Jâqût s. v. und Ibn Schihne's Chronik von Haleb), daß es schwer denkbar ist, derselbe wäre nicht der ursprüngliche, sondern erst nachträglich aufgekommen. Die Umformung *Βαμβύκη* aus *Mambog***) ist nicht so arg wie *Δερκετώ* des Ktesias (Athenagoras, Suppl. 30; Diodor 2, 4. 20) für עַתַּרְעַתָּה, עתרעתא, תרעתא***), wofür die Späteren *Ἀταργάτις* sprachen.

Ferner aber heißt es in der Ueberschrift bei Jeremias (46, 2), welche wahrscheinlich noch zu seinen Lebzeiten, spätestens bald nach seinem Tode gemacht ist, Karkemisch liege *am Euphrat*, und daß der Prophet selbst das Schlachtfeld an das Ufer dieses Stromes legt, zeigen v. 6 und 10. Auch in der Stelle der Chronik (2, 35, 20) heißt es „in Karkemisch am Euphrat“; doch mag der Compilator oder schon sein Gewährsmann dies gradezu aus Jer. 46, 2 geschöpft haben. Jedenfalls haben wir den Ort, wenn nicht sehr triftige Gründe dagegen sprechen, am Euphrat selbst zu suchen. Nun liegt aber Mambig' wenigstens $2^1/_2$ deutsche Meilen vom

*) Daß es der erste Seleucus war, ergiebt sich aus der Erbauung des Tempels durch seine Frau Stratonice (*De dea syra* 17). Da ich schon seit Jahren für einen sachlichen Commentar zu der Schrift „*De dea syra*“ sammle, so habe ich natürlich nicht bloß die von Maspero angeführten Stellen über Hierapolis, sondern noch manche anderen zur Hand.

**) Seltsam ist Maspero's Ansicht, daß *Βαμβύκη* aus בְּמַבּוּג „in Mabbog“ entstanden wäre.

***) S. u. A. Z. D. M. G. XXIV, 92. 109.

Euphrat entfernt. Strabo 748 giebt die Entfernung auf 4 Schoeni an, Abulfeda (Geogr. ed. Schier S. 132) rechnet von dort nach *'Gisr Mambig' = Qal'at nag'm* (etwas zu hoch) 25 arabische Meilen, Jâqût (s. v. قلعة النجم) 4 Parasangen, ein andrer Araber (aus Reinaud, Rel. bei Sprenger, Post- und Reiserouten S. 103) $4^5/_6$ Parasangen; das stimmt mit Chesney's Berechnung (Exped. I, 420) auf 16 englische geographische Meilen (= $3^1/_5$ deutsche Meilen) *) überein. Andre Araber geben die Entfernung von Mambig' bis zum Flusse auf „eine leichte Tagereise“ Istachri 67 = Ibn Hauqal 127) oder schlechtweg „eine Tagereise“ an (Maqdisî bei Sprenger, Post- und Reiserouten 101; Dimas'qî 205 ult.) Der nächste Punct des Euphrat (der aber für die große Straße, auf die es hier ankommt, nicht die Bedeutung hat) ist immer noch $11^1/_2$ engl. Meilen entfernt (Chesney a. a. O.). Es ist also eine Binnen-, keine Uferstadt**); es handelt sich nicht, wie Maspero sagt (Histoire anc. 186) um „einige Kilometer“, sondern um 18—25 Kil., einen Weg, zu dem sich der orientalische Reisende, wie wir sahen, einen ganzen Tag nahm, den ein ägyptisches Heer kaum in einem Tage zurücklegte. Von einer solchen Stadt sagt man nicht, sie liege „am Euphrat“***).

Leider ist es mir nun nicht gelungen, über die Lage von Karkemisch etwas Genaueres zu

*) Meint er gewöhnliche englische Meilen, so ist es noch etwas mehr.

**) Die arab. Geographen schildern den Ort als in der Wüste liegend.

***) Man könnte eben so gut sagen, Rom liege am Meere, von dem es kaum weiter entfernt ist als Hiera-lis vom Euphrat.

ermitteln. Als Station vorher nennen die Aegypter (Maspero, De Carch. 10) *Patana* (kann auch *Padana* gelesen werden), worin Maspero nicht ohne Wahrscheinlichkeit *Batnae* (Ptol. V, 14; Itiner. Antonini 191; Malala II, 201) = بُطْنَان (Maqdisî bei Sprenger 99; Jaq.; Ibn Schihne) oder بطنان حبيب (Ibn Schihne) sieht*). Einiges Bedenken erregt freilich schon das *p* der ägypt. Form, da die Aegypter sonst *p* und *b* auch in der Schrift unterscheiden (anders als *t* und *d*). Jedenfalls haben wir Karkemisch am nördlichen Theil des mittleren Euphrat zu suchen, nicht weiter stromaufwärts als die Biegung nach Süden und kaum so weit stromabwärts wie Thapsacus. In dieser Gegend kennen wir nun aber eine Reihe von Orten, an welchen zu verschiedenen Zeiten Brücken (fast lauter ζεύγματα, Schiffbrücken)**) gewesen sind. Was nun in der griechischen Zeit und im Mittelalter möglich war, das kann auch schon im hohen Alterthum Statt gefunden haben. In der persischen Zeit war der Hauptübergang bei *Thapsacus****); ich verweise nur auf Xenophon, Anab. 1, 4, 11 ff. (die πλοῖα §. 18 können sehr wohl die Kähne einer Schiffbrücke sein); Arrian 2, 13, 1. 3, 7, 1 f. und

*) Es liegt nahe bei *Têdif* تاذف. Nicht zu verwechseln mit dem nur wenige Stationen davon entfernten Orte gleichen Namens in Mesopotamien, der viel öfter erwähnt wird *Βατάνη* (Isid. Char.) *Batnae, Batne* (Itin. Anton. 192; Tab. Peut.; Ammian 14, 3, 3. 23, 2, 7; Procop. Bell. pers. 2, 12; Aed. 2, 7; Hierocles 714; Parthey, Notit. episc. 87); syrisch „Batnân in Serûg" ܒܛܢܢ ܕܣܪܘܓ (oft), bei den Arabern *Serûg*.

**) Vrgl. Chesney, Exped. II, 623.

***) Die Lage von Thapsacus hat Chesney festgestellt (Exped. I, 416).

die Stellen Strabo's, an welchen er „das alte ζεῦγμα bei Thapsacus" dem neuen gegenüberstellt (746. 747). Chesney fand dort noch Reste einer alten Brücke (Exped. I, 417). Da nun aber Thapsacus auch in einer (während des Exils in Babylonien geschriebenen) Stelle des A. T. 1 Kge 4, 24 (5, 4) תִּפְסַח heißt, so haben wir keinen Grund, es mit Karkemisch zu identificieren, zumal ja dieser Name, wie man längst gesehen hat, eine alte semitische Bildung mit der Bedeutung „Uebergang" ist, für welche die Israeliten gewiß nicht das fremdartige כרכמיש substituiert hätten.

In der Diadochenzeit wurde bedeutend nördlicher eine Brücke angelegt. Dies ist „das neue *Zeugma*" wie es Strabo an den angeführten Stellen nennt. Die Brücke wird zwar von Pausanias 10, 29 für uralt, ein Werk des Dionys, ausgegeben, aber so sehr möglich es immerhin ist, daß hier schon in älterer Zeit eine solche gewesen, dies Zeugniß (wohl einem Dichter entlehnt, welcher die Züge des Dionys nach dem Vorbilde derer des Alexander schilderte) besagt gar Nichts. Gewöhnlich macht man den Alexander zum Erbauer der Brücke (Steph. Byz. s. v. Ζεῦγμα; Dio Cassius 40, 17, 3; Plin. 34, 14 §. 150; dazu fügt Maspero, de Carch. 3 Ann. 2 noch Lucan 8, 237, wo Zeugma „*Pellaeum*" nach Alexanders Geburtsort heißt); aber da zu Alexander's Zeit noch Thapsacus der Hauptübergang war und da der Ort am Westufer Σελεύκεια (Polyb. 5, 43; vrgl. Plin. 5, 23 §. 82), der am Ostufer Ἀπάμεια hieß (Isid. Char.; Plin. 5, 24 §. 86. 6, 26 §. 119)*), so wird des Plinius An-

*) Strabo 749 scheint Σελεύκεια unrichtig auf das Ostufer zu verlegen. Die Stellen des Plinius sind, wie

gabe (5, 24 §. 86) Seleucus (wohl Nicator) habe beide Städte gebaut, auch wohl auf die Einrichtung einer beständigen Brücke zu beziehen sein. In der römischen Zeit ward ***Ζεῦγμα*** (oft ***Ζεῦμα***, *Zeuma* geschrieben) allgemein üblich für die *Stadt* am Westufer in *Commagene* oder ***Εὐφρατησία*** (so schon Isid. Char.; vrgl. Ptol. 5, 14; Hierocles 713; Parthey's Notit. episc. 86 u. s. w.). Auch die Münzen haben ***Ζευγματέων*** (Mionnet V, 124 sqq; Suppl. VIII, 96 sqq.). Die Stadt am Ostufer in *Osroene* führte den aramäischen Namen *Bîrthâ**) (***Βίρθα*** bei Hierocles 715; Parthey 87. 321); ܒܝܪܬܐ Cowper, Anal. Nic. 10 = Mai, Nova Coll. X, 205 b u. s. w.), und dieser Name hat sich als البيرة (arab.), *Bireg̑ik* (türkisch) bis in die neueste Zeit erhalten.

Dies Zeugma war für die ganze römische Zeit der wichtigste, oft der einzige feste Uebergangspunct über diesen Theil des Stroms. Strabo kennt hier entschieden keine andre Brücke neben der alten von Thapsacus. In Philostrat's Leben des Apollonius 1, 20 wird es als nothwendige Uebergangsstelle (damals auf der Reichsgränze) genannt. So spielt es denn in den Itinerarien von Isid. Char. an eine große Rolle und wird sehr oft in den Berichten über die

gewöhnlich, nicht recht klar, aber Isidor ist unzweideutig.

*) Es gab noch manche andre Orte dieses Namens. So einen unterhalb Thapsacus am rechten Ufer (Ptol. 5, 12), dem gegenüber die Militärstation *Contra Birtha* (Not. dign. or. XXXIII), einen am Tigris (Ptol. 5, 17) = *Virta* des Ammian (20, 7, 17); einen im assyrischen Binnenlande (Assem., Bibl. or. III, I, 454. 485. 489. 495 sqq.); 2 andre البيرة in Syrien und eins in Palästina (Jaq.). Der Name bedeutet eben bloß „Burg, Schloß."

Kriege zwischen Römern und Persern genannt (von Crassus bei Mauricius). Im Mitelalter verschwindet der Name*), indem die östliche Stadt *Bire* wichtiger wird. Sie ist ein Hauptort für den Uebergang von Reisenden und Kriegsheeren (s. z. B. Bohadin 44. 60). Noch im 15. Jahrhundert war hier eine Schiffbrücke (Chalîl b. Schâhîn bei Rosenmüller, Anal. III, 26, 5), während später, wie noch heute, der Uebergang auf Boten bewerkstelligt ward.

Von Norden nach Süden zu gehend finden wir außer diesen beiden berühmtesten noch folgende feste Uebergänge:

Grade bei der Biegung des Flusses nach Süd, näher bei Rûm qal'a als bei Samosata, giebt Chesney's Karte „eine steinerne Brücke“ an.

Bei *Qal'at arrûm***) oder *Rûmqal'a* nimmt we-

*) ܐܘܪܝܡܐ wird noch 845 n. Chr. genannt Wright, Cat. 427.

**) Ritter X, 940 identificiert den Ort mit *Νεοκαισάρεια* Procop, Aed. 2, 9, welches auch in den Unterschriften des Nicaenums; Not. dign. or. XXXII; Le Quien II, 947 f. und als *Καισάρεια* bei Parthey Not. episc. 86 vorkommt. Sicher ist diese Gleichstellung nicht. Die Syrer der arabischen Zeit schreiben nach dem Arabischen ܩܠܥܐ ܪܗܘܡܝܬܐ (Wright, Cat. 231 b) oder gar ܩܠܥܗ ܪܗܘܡܝܬܐ (oft bei Barh.). Der Ort ist streng zu scheiden von *Orum*, früher *Οὔριμα* Ptol. 5, 14; Socrates 3, 25; Le Quien II, 945; Hierocles 713; Parthey 86 (wo *Ὄριμα*), syr. ܐܘܪܝܡ (Wright Cat. 428 a. 970 b), welches nur wenig südlicher liegt. (Ein paar andre Orte des Namens أورم in der Gegend von Haleb). — Ganz verschieden von diesem „Römerschloß“ ist natürlich ferner „die Mauer“ (Festung) oder „Mauer der Römer“ ܫܘܪܐ oder ܫܘܪܐ ܕܪ̈ܗܘܡܝܐ Joh. Eph. 413; Land, Anecd. II, 370. III, 314

nigstens Chesney, der für so Etwas ein scharfes Auge hat, ein altes Zeugma an (Exped. I, 46).

Eine gute Tagereise oberhalb Qal'at nag'm war im 13. Jahrhundert die Brücke, welche Abulf. 132 und der Araber bei Sprenger, Post- und Reiser. 103 جسر حصن بدايا nennen, während Jaq. II, 276 جسر حصن الدراوية „die Tempelbrücke" sagt. Dort ging die Straße (von Haleb) nach Serûg' über den Fluß. Bei Sprenger a. a. O. wird die Entfernung des Ortes von Mambig' auf 4 Parasangen angegeben. Durch diese Angaben wird seine Lage ziemlich bestimmt, wenn auch nicht ganz genau.

Eine bedeutende Rolle spielte im Mittelalter der Ort, welcher hieß „die Brücke von Mambig'" جسر منبج; im 12ten Jahrhundert erhielt er den noch jetzt gebräuchlichen Namen *Qal'at nag'm* (قلعة نجم Abulf. l. c.; Freytag, Chrest. 105; Sprenger a. a. O. قلعة النجم Jaq. s. v.). Die dortige Brücke war schon unter dem Chalifen 'Othmân erbaut; nach Einigen waren damals noch Spuren einer älteren Brücke vorhanden (Belâdhorî 150 und danach Jaq. s. v. بالس). Vrgl. über den Ort Belâdhorî 157; Istachri 62. 71 f. = Ibn Hauqal 120. 139; Qazwînî II, 160 *). Chesney fand noch Spuren einer Brücke (Exped. I, 420; Narrative 230, vrgl. seine Karte). Der Ort dürfte etwa das *Γέῤῥη* des Ptol. 5, 14 (*Serre*

= *Σοῦρα* Ptol. 5, 14; Plin. 5, 26 §. 98; Procop, Bell. pers. 1, 18. 2, 5; Aed. 2, 9; Not. dign. or. XXXII = *Sure* der Tab. Peut.; jetzt *Surie* (viel weiter südlich).

*) Qazwînî erzählt uns, daß hier Leute ihr Wesen trieben, welche nach *seiner* Schilderung auf's Haar den *„Bauernfängern"* unserer Großstädte glichen.

der Tab. Peut.) sein*). Hier auf dem Wege, der (s. Abulf. l. c. und Jaq.) von Hierapolis und Haleb nach dem uralten Harrân führt, möchte ich mir am ersten Karkemisch gelegen denken; doch gebe ich das natürlich nur als eine Vermuthung.

Weiter abwärts liegt ein Ort, der jetzt türkisch *Kara Bembig'* oder *Böjük Membig'* (*Schwarz-* oder *Gross-Mambig'*) genannt wird, dessen arab. Namen ich nicht kenne, der aber etwa dem *Ἐράγιζα* des Ptol. (etwas entstellt auf der Tab. Peut.) entsprechen dürfte (jüdisch ארגיזא Neubauer 388). Auch hier fand Chesney (der es mit Unrecht für جسر منبج hält) Spuren einer Brücke (Exped. 1, 420; Narrative 234).

Nûreddîn verbrannte eine Brücke bei *Qal'at g'a'bar* Freytag, Chrest. 105. Dieser Ort am linken Ufer, bei dem derselbe mehrmals über den Euphrat ging (s. z. B. Kitâb arraudatain I, 183), hieß früher *Dausar* s. Ibn Chordâdhbih 70. 84; Jaq.; Abulf. 152 u. s. w.), griech. *Δαύσαρα* (Steph. Byz.; Procop, Aed. 2, 6, wo [τὸ] *Δαυσάρων*; Le Quien II, 914.)

*) Die Stationen *Εὔρωπος* und *Βαρβαρισσός* stehen sicher. Jenes hiess syr. ܐܘܪܘܦܘܣ Wright Cat. 970b, arab. جرباس Jaq. II, 288 unten; Chesney schreibt es wohl nicht ganz richtig „Jerábulus". Barbarissus, gewöhnlich Barbalissus genannt (jüdisch entstellt ברברית s. Neub. 300) ist بالس (syr. ܒܝܬ ܒܠܫ). So wird es möglich, die dazwischen liegenden Stationen des Ptol. und der Tab. Peut., wenn auch nicht ganz sicher, doch mit einiger Wahrscheinlichkeit aufzufinden. Sehr mislich ist die Bestimmung der Orte, welche Ptolemäus am rechten Euphratufer von Thapsacus abwärts bis zur Gränze von Babylonien aufführt.

Auch noch an anderen Stellen dieser Gegend mag es zu Zeiten Brücken über den Euphrat gegeben haben. Der Strom, welcher sich dort nach Procop's Zeugniß (Bell. pers. 2, 21) wie nach der Beobachtung Neuerer an vielen Stellen leicht überschiffen läßt*), war auch gewiß ohne große Mühe zu überbrücken. So schlug Chosrau I. unweit Barbalissus (Procop, Bell. pers. 2, 12) und später nahe bei Europus (eb. 2, 21) rasch eine Brücke über den Euphrat; die damaligen Perser hatten nach letzterer Stelle allerdings große Fertigkeit in Herstellung solcher temporärer Brücken. Aehnliches ist in römischer Zeit wie nachher öfter geschehen; noch der Mongolenkaiser Hulagu ließ 3 Brücken (bei Rûm qalʿa, Bîre und Circesium) schlagen (Barh., Chron. syr. 532). Das hätten am Ende auch die alten Aegypter an einer beliebigen Stelle vermocht. Allein die wiederholte Erwähnung von Karkemisch in verschiedenen Perioden und die Wahrscheinlichkeit, daß Nebucadnezar den Pharao grade an der Stelle schlug, wo er von vorneherein dessen Versuch, den Strom zu passieren, erwarten konnte, sprechen dafür, daß wir Karkemisch als einen regelmäßigen Uebergangspunct auf einer großen Straße anzusehen haben. Eben deshalb ist es nicht unwahrscheinlich, daß es mit einem der genannten Brückenorte identisch ist, denn die Straßen für Caravanen und Heere bleiben im Orient sehr constant und stellen sich auch wohl, wenn sie durch Zeitverhältnisse lange unterbrochen waren, nach dem Aufhören der Hemmungen wieder her.

*) Wie wenig gefährlich Strömung und Wind auf jenem Abschnitt des Flusses im Allgemeinen sein müssen, erkennt man schon an der ungefügen Gestalt der Fährbote, s. die Abbildung bei Chesney, Exped. I, 47.

Wenn wir nun aber auch jetzt die Lage von Karkemisch nur ganz ungefähr bestimmen können, so ist doch zu hoffen, daß sich dieselbe einst durch weitere ägyptische und assyrische Nachrichten genau wird feststellen lassen. Man mag es tadeln, daß ich die letztere Klasse von Denkmälern, auf welcher ja unsre Stadt als „Gargamisch" vorkommen soll, unbeachtet gelassen habe. Ich mußte dies aber thun, weil mir durchaus keine Controle über die Richtigkeit der Lesung und Uebersetzung assyrischer Texte zusteht, während doch so Manches, was darin stehen soll, bedenklich klingt. Uebrigens ergiebt sich auch bei der Annahme ganz richtigen Verständnisses aus dem, was Maspero, De Carch. 14 mittheilt, noch nichts Näheres für unsre Frage, als daß Karkemisch unmittelbar am rechten Euphratufer lag.

Ueber die Vegetationsorgane der Marattiaceen.

von

Dr. H. G. Holle.

Die Gruppe der Farne zeichnet sich entsprechend ihrer gleichmäßigeren Lebensweise vor anderen Gruppen der Gefäßpflanzen durch einen constanteren Habitus aus. Aber auch der innere Bau der Vegetationsorgane ist viel weniger als bei den Blüthenpflanzen von Anpassungen beeinflußt. So kommt es, daß selbst bei der Familie, welche, wie in ihren Fructificationsorganen, so auch in ihren Vegetationsorganen noch am weitesten von Typus sich entfernt, nämlich bei den Ophioglosseen, in den Vegetationsorganen doch

die Farnnatur mit Sicherheit erkannt werden kann. Für die Vegetationsorgane der Farne gewinnt daher der vergleichend morphologische Gesichtspunkt ein besonderes Interesse. Es handelt sich namentlich darum, zu untersuchen, in wie weit die Eigenthümlichkeiten einzelner besonders abweichender Farnfamilien auf den Typus zurückzuführen sind, anderseits etwaige Uebereinstimmungen dieser Eigenthümlichkeiten mit denen anderer abweichend gebauter Farne aufzudecken, woran sich dann die weitere Frage knüpft, ob die Uebereinstimmungen als Analogien oder als Homologien aufzufassen sind.

In diesem Sinne sind die Marattiaceen neuerdings mehrfach Gegenstand der Speculation gewesen. Da aber diese Speculation noch wenig sicheren Boden hat, indem in der Kenntniß der Anatomie und Entwicklungsgeschichte dieser Farne noch manches unbekannt oder unsicher ist, so schien es mir nicht überflüßig, den Versuch zu machen, zu einer näheren Kenntniß der Vegetationsorgane der Marattiaceen etwas beizutragen.

Als Untersuchungsmaterial dienten junge aus Stipeln gezogene Exemplare von Marattia cicutaefolia und Angiopteris evecta, sowie Herbariummaterial von Danaea trifoliata. Die wichtigsten Resultate meiner Untersuchung theile ich hier vorläufig mit.

Der unverzweigte Stamm von Marattia und Angiopteris hat ein sehr gestauchtes Wachsthum der Art, daß die Blätter mit ihren Stipeln keine freie Stammoberfläche zwischen sich übrig lassen. Bei Danaea ist dagegen der Stamm ziemlich gestreckt und verzweigt. Am Grunde des Blattstiels finden sich keine Stipeln.

Das Grundgewebe bildet bei Marattia und

Angiopteris nur im Blattstiele, einige Zellschichten unterhalb der Epidermis, und nur hellgefärbtes Sklerenchym. Dasselbe ist anfangs collenchymatisch und bewahrt diesen Charakter im unteren angeschwollenen Theile des Blattstieles und der Fiedern. Bei Danaea findet sich unmittelbar unter der Epidermis des Blattstieles ähnliches hell gefärbtes Sklerenchym. Hier geht es am Grunde des Blattstiels aber nicht wie im vorigen Falle in Collenchym und schließlich in gewöhnliches Parenchym über, sondern verwandelt sich in normales braunwandiges Sklerenchym, das an den Seiten des Blattstieles von einem schwammigen unverdickten Zellgewebe unterbrochen wird. Das braunwandige Sklerenchym setzt sich auch in den Stamm hinein fort, denselben mit einem ununterbrochenen Sklerenchymmantel bedeckend. Außerdem aber finden sich zerstreute Gruppen besonders stark verdickter dunkel gefärbter Sklerenchymzellen in der Umgebung der Gefäßbündel des Stammes und des Blattstielgrundes. Dieses letztere zeichnet sich vor dem peripherischen Sklerenchym dadurch aus, daß seine an unveränderte Parenchymzellen stoßende Wände fast immer unverdickt sind. Auch die Rinde der Wurzeln ist sklerenchymatisch ausgebildet.

Eine Strangscheide ist bei Marattia und Angiopteris nur in der Wurzel normal ausgebildet, bei Danaea auch im Stamme und im Blattstiele.

Die Fibrovaralstränge sind im Blattstiele von Marattia und Angiopteris unpaarig angeordnet. Sie nehmen jedoch im Grunde desselben, wo die seitlichen für die Stipeln Zweige abgeben, eine paarige Anordnung an und treten bei Marattia zu zweien*) in das Stammskelet ein.

*) Ob dies auch für erwachsene Exemplare gilt, muß ich dahin gestellt sein lassen.

Sie bilden hier, indem sie seitlich durch Commissuren verbunden sind, ein hohlcylindrisches Netzwerk, an welchem jede Masche einem Blatte entspricht. Außerdem aber gehen von den Commissuren Stränge aus, welche das Innere des Centralcylinders quer durchsetzen. Bei Angiopteris sind die Verhältnisse complicirter, da die Blattspur mit vier einen weiten Bogen einnehmenden Strängen im Stamme abwärts verläuft.

Bei Marattia scheint zu jeden Blatte eine normale Wurzel, bei Angiopteris deren zwei zu gehören. Der Centralcylinder derselben setzt sich senkrecht an die Blattspurstränge an.

Die Skeletstränge bestehen im Stamme und im Blatte aus einem centralen Xylem und peripherischem Phloem. Das letztere ist jedoch auf der Innenseite der Stränge schwächer entwickelt und wird viel später angelegt und ausgebildet als auf der äußeren Seite (auch bei Danaea?). Die Ausbildung der Elemente des Xylems beginnt auf der inneren Seite des Stranges, die Ausbildung des Phloems auf der äußeren. In den Stammsträngen finden sich im Xylem, wie bei den meisten typischen Farnen, eingestreute Strangparenchymzellen.

Die Wurzeln nehmen bei Marattia und Angiopteris mit der Erstarkung der Stammknospe allmählich an Dicke zu. Dabei steigt auch die Zahl der Xylemstränge im Centralcylinder. Die untersten Beiwurzeln der untersuchten Exemplare von Marattia wiesen vier oder fünf, die von Angiopteris sieben Xylemgruppen auf. Bei einer und derselben Wurzel kann die Zahl der Xylemgruppen durch Verzweigung nach der Spitze hin zunehmen; aber auch das Gegentheil wurde bei mangelnder Ernährung einer Wurzel beobachtet. Die Seitenwurzeln haben weniger Xylemgruppen als

ihre Mutterwurzeln. Die stärkeren Seitenwurzeln von Angiopteris wiesen fünf, die schwächsten drei auf. Der Anschluß des Xylems und Phloems an die entsprechenden Theile der Mutterwurzeln ist wie bei den Monocotylen. Die Annahme einer Dichotomie ist bei dem anatomischen Bau dieses Anschlusses unstatthaft. — Die etwa 1 mm. dicken Beiwurzeln von Danaea sind diarch, ebenso ihre fadenförmigen Seitenwurzeln erster und zweiter Ordnung. Die Xylemebene der Seitenwurzel steht senkrecht auf derjenigen der Mutterwurzel.

Daß der Vegetationspunkt der schwächeren Wurzeln von Marattia eine vierseitige Scheitelzelle besitzt, habe ich schon bei Gelegenheit meiner Mittheilungen über die Vegetationsorgane der Ophioglosseen [1]) vergleichsweise erwähnt und den Theilungsmodus derselben erörtert. Dieselbe vierseitige Scheitelzelle habe ich nunmehr auch an schwächeren Seitenwurzeln von Angiopteris gefunden. Bei stärkeren Seitenwurzeln wird der Theilungsmodus der Scheitelzelle complicirter, die Segmente selbständiger; bei noch stärkeren Wurzeln, namentlich den Beiwurzeln selbst ist die Annahme einer einzelnen Scheitelzelle überhaupt nicht mehr statthaft.

Die normalen Beiwurzeln entstehen nicht weit unterhalb der Stammspitze dicht vor der procambialen Blattspur, wahrscheinlich aus mehreren neben einander liegenden Rindenzellen, die sich sofort zu Scheitelzellen ausbilden.

Die Seitenwurzeln werden in der Weise angelegt, daß sich eine Zelle der Strangscheide vor einer Xylem- oder Phloemgruppe durch Querwände verkürzt und durch schräge Wände zur Scheitelzelle der Seitenwurzel constituirt.

1) Bot. Zeitung 1875 Sp. 301.

Im Pericambium treten zugleich mit der Anlage der Scheitelzelle lebhafte Zelltheilungen auf, welche die Verbindung der Wurzelanlage mit dem Centralcylinder der Mutterwurzel vollziehen.

Der Vegetationspunkt des Stammes ist schwach gewölbt. Er zeigt bei Marattia eine vierseitige langgestreckte Scheitelzelle [1]). Bei Angiopteris ist die Zurückführung der Zellen des Vegetationspunktes auf Theilungen einer einzigen Scheitelzelle nicht unbedingt sicher, ich halte sie aber für wahrscheinlich. Die Mittellinien aufeinander folgender Segmente würden dann um weniger als 90° von einander abstehen.

Ein Dermatogen ist an dem durch die Thätigkeit der Scheitelzelle fortgebildeten ungeordneten Urmeristem der Stammspitze nicht differenzirt. Das Procambium der Blattspur tritt frühe auf, wenn die Blattanlage sich kaum über die Oberfläche des Vegetationspunctes zu erheben beginnt. Es wird zuerst der untere Theil der Blattspur mit den Commissuren angelegt. Die Verholzung beginnt gleichfalls am unteren Ende der Blattspur.

Die Blätter entstehen als flache Höcker, die sich allmählich kegelförmig erheben und dem Centrum der Knospe zuneigen. Auf der Spitze des jungen Blatthöckers befindet sich eine keilförmig zugespitzte Scheitelzelle, welche bis nach Anlage der Fiedern nachweisbar bleibt. Dieselbe ist weder zweischneidig noch dreiseitig, sondern von unregelmäßigem Querschnitt. Sie

1) Hofmeister (Abhandl. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. 1857) hatte eine dreiseitige Scheitelzelle für Marattia angegeben.

theilt sich durch Längswände, die nach verschiedenen Richtungen ohne erkennbare Gesetzmäßigkeit auf einander folgen. Die Segmente theilen sich in innere Zellen, durch welche die centrale Parthie der Blattstiele und der Rachis mit den Skeletsträngen fortgebildet wird und in äußere, die conische Spitze der Blattanlage rings umgebende Zellen, welche die äußeren Theile des Blattstiels aufbauen und bei der Anlage der Fiedern als seitliche Höcker hervortreten. Bei der Theilung der Segmente wechseln tangentiale Wände mit längs gestellten, also auf den Längsschnitt nicht wahrnehmbaren Radialwänden. (Vergl. meine Abbildung der Blattanlage von Ophioglossum l. c.) Die flächenartigen Theile der Blätter zeigen ein marginales Wachsthum, das heißt, tangentiale Wände treten vorzugsweise an den Rändern des Organs auf und wechseln hier mit quer gestellten Radialwänden. — Das Dermatogen des Blattes wird erst spät gegen das darunter gelegene Gewebe abgegrenzt, indem in der oberflächlichen Zellschicht noch lange Zeit tangentiale Wände auftreten. Die Schuppen des Blattstiels werden sehr früh durch Auswachsen oberflächlicher Zellen angelegt. Ihre Mutterzellen werden später nicht mit in die Bildung der Epidermis hineingezogen.

Die Stipeln entstehen, wie Hofmeister (l. c.) für Marattia richtig angiebt, als ein Querwulst auf der Vorderseite der jungen Blattanlage, dessen seitliche Parthien aber von Anfang an mehr hervortreten und bald stark auswachsen um die seitlichen Flügel zu bilden, welche endlich auf dem Rücken der Blattanlage wie hinter dem jüngeren Theile der Knospe zusamenschließen. Sie zeigen dabei ein wenn auch wenig ausgeprägtes marginales Wachsthum. Der

die seitlichen Flügel der Stipula verbindende Querwulst bedeckt den jüngeren Theil der Knospe von oben ohne aber auf die entgegengesetzte Seite desselben zu reichen.

Was die Verwerthung meiner Beobachtungen für die vergleichende Morphologie betrifft, so will ich hier nur einen Punct hervorheben. Durch den bilateralen[1]) Bau der Gefäßbündel weicht Marattia und Angiopteris von den typischen Farnen ab, stimmt dagegen überein mit den Ophioglossen und, wie ich hier gleich mittheilen will, auch den Osmundaceen. Bei Osmunda regalis habe ich nämlich im Stamme nur auf der Außenseite der Bündel Bast gefunden. Die Stränge der Blattstiele verhalten sich ganz so wie die von Marattia und Angiopteris sowie von Botrychium Lunaria. Der Bast umgiebt zwar das ganze Bündel, wird aber an der Außenseite früher angelegt und ausgebildet.

Da ich mich während meiner Untersuchung der Vegetationsorgane der Ophioglosseen durch eine gelegentliche Beobachtung überzeugt hatte, daß bei Osmuda regalis, wo Russow[2]) die »Protophloemzellen« rings um den Strang herum

1) Der Ausdruck »bilateral« ist für solche Fälle, wo sich die Vorder- und Rückseite eines Organs verschieden verhält und demgemäß eine rechte und linke Seite unterscheidbar wird, längst gebräuchlich. Der von Russow für den speciellen Fall der gegenseitigen Lage des Phloems und Xylems gebrauchte Ausdruck »collateral« ist also überflüssig. Er ist aber auch mißverständlich, weil man dabei dem Wortlaute nach an Theile denkt, die mit Bezug auf das Organ, dem sie angehören, nicht vor sondern neben einander liegen. Als »collateral« würde man z. B. die Lagerung des Xylems und Phloems im Centralcylinder der Wurzel bezeichnen müssen.

2) Vergl. Unters. etc. in Mém. de l'Ac. J. des sc. de St. Pétersbourg. VIIe Sér. Tome XIX. N. 1.

zeichnet, verdickte Bastzellen zuerst nur auf der äußeren Seite des Stranges sich zeigen, während ich noch nicht beobachtet hatte, daß der Bast der Innenseite auch später angelegt wird, hatte ich angenommen, daß Russow hier die frühere Entstehung als maßgebend für die Definirung der Protophoemzellen angenommen habe, weil er ja auch bei Botrychium Lunaria den Bast der Innenseite des Blattstranges, der im Bau mit dem der Außenseite völlig übereinstimmt, wegen seiner späteren Entstehung gar nicht zum Stranggewebe sondern zum Grundgewebe rechnet. Ich hatte ihm daher (l. c. Sp. 250) vorgeworfen, bei der Definirung gewisser Strangelemente als Protophloem- oder Protoxylemzellen nicht immer scharf die frühere Entstehung und die frühere Ausbildung auseinander zu halten. Dieser Vorwurf erweist sich nunmehr als unbegründet. Ich nehme ihn also zurück. Die verschiedene Darstellung gleicher Verhältnisse bei Botrychium Lunaria einerseits und Osmunda und Marattia anderseits beruht nicht auf einer Inconsequenz Russow's, sondern auf ungenügender Beobachtung.

Bezeichnen wir mit Russow als Protophloemzellen die zuerst sich ausbildenden Theile des Bastes, so dürfen wir dieselben bei Osmunda und Murattia nicht mit Russow auf der ganzen Peripherie des Stranges, sondern, wie bei Botrychium, nur auf der Außenseite annehmen. Daß die gleich gebauten entsprechenden Elemente der Innenseite des Stranges aber nicht zum Grundgewebe gehören, ist bei Osmuda und und Marattia bestimmt nachweisbar, da ihre Mutterzellen jedenfalls zum Procambium zu rechnen sind.

Ein neuer mikroskopischer Zeichenapparat

von

Dr. H. G. Holle.

Die Anwendung mikroskopischer Zeichenapparate bei morphologischen Untersuchungen der Botaniker hat in den letzten Jahren sehr zugenommen. Namentlich bei der Publication von Zeichnungen, bei welchen es auf genaue Wiedergabe der Form und Lage der Zellen ankommt, gilt die Anwendung des Zeichenapparates zur Erhöhung der Beweiskraft der Zeichnungen als beinahe unumgänglich. Nun aber wird jeder, dessen Untersuchungen ihn nöthigten zum Zeichenapparate zu greifen, verschiedene Uebelstände der bisher üblichen Constructionen lebhaft empfunden haben. Sie führen sämmtlich eine unbequeme Haltung des Auges mit sich, die leicht eine Ermüdung desselben verursacht. Die meisten verursachen auch eine unbequeme Lage der zeichnenden Hand auf einer senkrechten oder geneigten Fläche. Dazu kommt bei den einfachen Zeichenprismen die spiegelbildliche Umkehrung des mikroskopischen Bildes, die bei der nachherigen Eintragung der Détails der Zeichnung lästig wird. Bei dem doppelten Zeichenprisma nach Oberhäuser, wo dieser Fehler vermieden ist, wird das mikroskopische Bild durch die auch bei eingeschobenem Tubusauszug unvermeidliche Verlängerung der Mikroskopröhre übermäßig vergrößert.

Diese Uebelstände habe ich durch Construction eines neuen Zeichenapparates zu beseitigen versucht. Derselbe beruht auf dem Principe, nicht den Zeichenstift selbst oder sein Spiegelbild, sondern das *durch Linsen* entworfene Sammelbild

desselben zur Anschauung zu bringen. Zu diesem Behufe dient das Ocular des Mikroskopes in seiner gewöhnlichen Lage zugleich als Ocular für ein auf die Distanz der Mikroskophöhe eingerichtetes Fernrohr, dessen Axe mit Anwendung zweier Spiegel zweimal rechtwinkelig umgebogen ist. Der erste, natürlich durchsichtige Spiegel befindet sich unmittelbar unter dem Ocular, der zweite über dem Objectiv des Fernrohrs. Ersterer ist von möglichst geringer Dicke (0,2 mm.), damit die Bilder des Zeichenstiftes, welche die Ober- und Unterseite der Glasplatte entwerfen, noch aufeinander fallen. Der belegte Spiegel über dem Objective wird dagegen zweckmäßig von ziemlicher Dicke genommen oder durch ein Prisma ersetzt. Zwischen beiden Spiegeln befindet sich eine Linse, welche das verkehrt entworfene Bild des Zeichenstiftes wieder umkehrt.

Bei der Anwendung des Apparates, wie er mir fertig vorliegt, wird das mikroskopische Bild direct und ohne Belästigung des Auges gesehen. Die zeichnende Hand liegt unmittelbar rechts neben dem Mikroskope, also in der denkbar bequemsten Lage. Das Bild wird ohne Umkehrung gezeichnet und in einem Maßstabe, welcher der Combination des angewandten Objectivs mit einem schwachen Oculare entspricht. Bei Anwendung schwächerer Objective erfordert der Apparat, wie jeder andere, eine Verdunkelung des Gesichtsfeldes, damit das Bild des Zeichenstiftes deutlich gesehen wird. Bei Anwendung starker Objective oder dunkeler Objecte tritt dagegen dieses Bild von selbst deutlich genug hervor. Ich habe mit dem Apparate dicke Schnitte durch meristematisches Gewebe, deren Zeichnung mit dem Oberhäuser'schen Prisma nicht möglich war, bequem entwerfen können.

Es sei mir erlaubt, bei dieser Gelegenheit noch

ein Mittel zur Beseitigung eines Uebelstandes zu empfehlen, der bei jedem Zeichenapparate in Betracht kommt. Das Bild des Objectes wird nämlich, indem er mit dem Bilde des hellen Zeichenpapiers im Auge zur Deckung kommt, nothwendig weniger deutlich gesehen, ein Uebelstand, der sich besonders bei dunkelem Gesichtsfelde bemerklich macht. Man kann denselben dadurch vermeiden, daß man mit einem weißen Stift auf dunkelem Grunde zeichnet. Um aber das gezeichnete nicht copiren zu müssen, nimmt man am besten schwarzes ungeglättetes Papier, das man auf der Rückseite mit Bleistift schwärzt und auf das Zeichenpapier legt. Die Striche eines zugespitzten Knochenstäbchens sind auf ungeglättetem schwarzen Papiere deutlich genug zu erkennen, um zu wissen, welche Linien des Bildes schon auf dem darunter liegenden Zeichenpapiere stehen und welche noch nicht.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten August bis November 1875 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung).

Nouveaux Mélanges d'Archéologie. I. Curiosités mystér. II. Decorations d'églises. III. Ivoires, Miniatures par le P. Ch. Cahier. Paris. Firmin Didot 1874. 75. 4.

Proceedings of the Boston Society. Vol. XVI. Part. 3. 4. Vol. XVII. P. 1. 2.

Sitzungsberichte d. mathem.-phys. Classe d. k. Akad. d. Wiss. zu München 1875. 2. 1875.

Jeffries Wyman. Memorial Meeting of the Boston Society. 1874.

Giebel, Zeitschrift für die gesammten Naturwiss. 1875. Bd. XI. Jan. — Juni. Berlin.
Die zweite Deutsche Nordpolarfahrt in den Jahren 1869 u. 1870 unter Führung des Kapitän K. Koldewy. Bd. I. Abth. 1 u. 2. Bd. II. Abth. 1. Mit Holzschnitten, Farbendrucken u. Karten. Leipzig 1873—74.
Mémoires de la Soc. de Physique etc. de Genève. T. XXIV. P. 1. Genève 1874—75. 4.
A. Clebsch, Vorlesungen über Geometrie. Bearb. u. herausg. v. F. Lindemann. Bd. I. Th. I. Leipzig 1875.
Zeitschrift d. Deutsch. Morgenländ. Gesellschaft. Bd. XXIX. Hft 2.
Publications de l'Institut roy. grand-ducal de Luxembourg. Section des scienc. natur. T. XV. 1875.
Nature. 314—320.
Leopoldina. Hft. XI. No. 19—20.
Mietsch, die mineralog.-geolog. Sammlung der Richterstiftung der Stadt Zwickau. 1875.
A. Genocchi, intorno ad alcune serie. Torino 1875.

(Fortsetzung folgt)

Universität.

Nachdem Se. Majestät der Kaiser und König mittels Allerhöchster Ordre vom 1. Decbr. v. J. die Errichtung einer ordentlichen Professur für vergleichende Sprachwissenschaft an der hiesigen Universität vom 1. Jan. 1876 ab zu genehmigen geruht, hat der Herr Minister der geistlichen etc. Angelegenheiten für diese Stelle den Oberlehrer am hiesigen Gymnasium Dr. phil. August Fick zunächst als außerordentlichen Professor berufen und dessen Bestallung am 22. Decbr. vollzogen.

Der bisherige Privatdocent Dr. phil. Peipers ist zum außerordentlichen Professor in der philosophischen Facultät ernannt.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

2. Februar. № 2. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 8. Januar. (Fortsetzung.)

Entwicklung von Formeln zum Abelschen Theoreme.

Von

Göran Dillner, adj. Professor in Upsala.

Vorgelegt von Schering.

In seiner Abhandlung *Précis d'une theorie des fonctions elliptiques* [Oeuvres complètes de N. H. Abel, Tome I, pag. 335] hat Abel zur Aufstellung des Additions Theoremes für die elliptischen Funktionen eine Methode ángewendet, welche sich leicht auf beliebige Wurzelausdrücke verallgemeinern lässt. Obgleich die so gewonnenen Resultate in theoretischer Hinsicht nur einen specialen Fall von dem grossen Theoreme bilden, das Abel in seiner Pariser Abhandlung behandelt hat, so verdienen sie wegen der ausgeführten Formeln doch einiges Interesse.

Es seien σ, s, μ, ν, m und n beliebige ganze positive Zahlen [von denen ν auch Null sein kann], welche der Bedingung

$$\sigma s \geqq 2 \quad \ldots\ldots \quad (1).$$

unterworfen sein sollen, ferner sei:

$$\left.\begin{array}{l}\chi(z) = \quad a_0 + a_1 z^\sigma + \dots a_m z^{m\sigma} \\ \varphi(z) = z(\alpha_0 + \alpha_1 z^\sigma + \dots \alpha_\mu z^{\mu\sigma}) \\ \lambda(z) = \quad \beta_0 + \beta_1 z^\sigma + \dots \beta_\nu z^{\nu\sigma}\end{array}\right\} \dots (2),$$

wo $a_0, a_1, \dots a_m$ konstante Grössen bezeichnen und $\alpha_0, \alpha_1, \dots \alpha_\mu, \beta_0, \beta_1, \dots \beta_\nu$ veränderliche Parameter. Setzen wir $\gamma = e^{\frac{2\pi i}{\sigma}}$, lassen also $1, \gamma, \dots \gamma^{\sigma-1}$ die σten Wurzeln aus 1 bedeuten, so gelten folgende reproduktiven Eigenschaften bei den drei Funktionen (2) und ihren Derivirten [r = eine ganze Zahl]:

$$\left.\begin{array}{ll}\chi(z) = \chi(\gamma^r z), & \chi'(z) = \gamma^r \chi'(\gamma^r z) \\ \gamma^r \varphi(z) = \varphi(\gamma^r z), & \varphi'(z) = \quad \varphi'(\gamma^r z) \\ \lambda(z) = \lambda(\gamma^r z), & \lambda'(z) = \gamma^r \lambda'(\gamma^r z)\end{array}\right\} \quad (3).$$

Für die durch die Gleichung

$$\mathrm{F}(z) = \chi(z)^n \lambda(z)^{\sigma s} - \varphi(z)^{\sigma s} \ . \ . \quad (4);$$

bestimmte Function $\mathrm{F}(z)$ findet man unmittelbar nach (3), dass $F(z) = F(\gamma^r z)$ ist, wesshalb wir diese Funktion reproduktiv von der Ordnung 0 nennen wollen, aber dass

$$(\gamma^r)^{-1} F'(z) = F'(\gamma^r z) \ . \ . \ . \quad (5)$$

ist; eine solche Funktion wollen wir reproduktiv von der Ordnung —1 nennen und als eine Specialität von dem allgemeinen Falle einer beliebigen Ordnungszahl ansehen.

Die Gleichung

$$F(z) = \chi(z)^n \lambda(z)^{\sigma s} - \varphi(z)^{\sigma s} = 0 \; . \quad (6)$$

ist nun von dem Grade σh in Bezug auf die Größe z, wo h die größere von den beiden Zahlen $(\mu\sigma + 1)s$ und $mn + \nu\sigma s$ bezeichnet, wenn sie ungleich sind, aber ihren gemeinschaftlichen Werth, wenn sie gleich sind, was wir durch folgende Formel

$$h = \max. \begin{bmatrix} (\mu\sigma + 1)s \\ mn + \nu\sigma s \end{bmatrix} \; . \; . \; . \quad (7),$$

darstellen wollen. Es werde angenommen, daß mn durch s theilbar sei, wenn $mn + \nu\sigma s$ nicht kleiner als $(\mu\sigma + 1)s$ ist.

In Bezug auf die Größe z^σ ist die Gleichung (6) von dem Grade h, so daß die Wurzeln mit

$$z_1^\sigma, \;\; z_2^\sigma, \ldots z_h^\sigma$$

zu bezeichnen sind, und also die Function $F(z)$ sich durch

$$F(z) = A(z^\sigma - z_1^\sigma)(z^\sigma - z_2^\sigma) \ldots (z^\sigma - z_h^\sigma) .. (8),$$

darstellen lässt, wo A eine von z unabhängige Größe ist.

In der Gleichung (6) giebt es also h Wurzeln, von denen keine zwei zu einander als Verhältniß eine ganze Potenz von γ haben mögen, und $(\sigma - 1)h$ andere Wurzeln, die man dadurch erhält, daß man jede von jenen mit $\gamma, \ldots \gamma^{\sigma-1}$ multiplicirt. Setzt man jetzt $w = e^{\frac{2\pi i}{s}}$, also 1, $w, \ldots w^{s-1}$ den $s$ten Wurzeln aus 1, so

müssen die h Wurzeln $z_1^\sigma, z_2^\sigma \ldots z_h^\sigma$ der Gleichung (6) folgendem Systeme von Gleichungen in gewisser Reihenfolge genügen.

$$\left.\begin{array}{l}\chi(z)^{\frac{n}{s}} \cdot \lambda(z)^\sigma = \varphi(z)^\sigma \\ \chi(z)^{\frac{n}{s}} \cdot \lambda(z)^\sigma = \omega\varphi(z)^\sigma \\ \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\ \chi(z)^{\frac{n}{s}} \cdot \lambda(z)^\sigma = \omega^{s-1}\varphi(z)^\sigma \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (9).$$

Da nun $\chi(z)$ und $\lambda(z)$ in Betreff der Größe γ^r reproduktiv von der Ordnung 0 sind, aber $\varphi(z)$ reproduktiv von der Ordnung 1, und da weiter jede Gleichung von der Form $\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z) = \gamma^r \varphi(z)$ aus der Gleichung $\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z) = \varphi(z)$ durch Einsetzung von $\gamma^r z$ statt z hervorgeht, so folgt, daß, wenn man $\eta = e^{\frac{2\pi i}{\sigma s}}$ setzt, die Wurzeln $z_1, z_2, \ldots z_h$ folgendem Systeme von Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l}\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z) = \varphi(z) \\ \chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z) = \eta\varphi(z) \\ \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\ \chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z) = \eta^{s-1} \cdot \varphi(z) \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (10).$$

in gewisser Reihenfolge genügen müssen. Wenn wir

$$h = gs \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11),$$

setzen, wo also g in jedem Falle eine ganze Zahl ist [vergl. (7)], so sind die h Wurzeln $z_1, z_2, \ldots z_h$ so zu bestimmen, daß je g Wurzeln auf jede Gleichung von dem Systeme (10) kommen, daß also folgende s Systeme von Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} \chi(z_1)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z_1) = \varphi(z_1) \\ \chi(z_2)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z_2) = \varphi(z_2) \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \chi(z_g)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z_g) = \varphi(z_g) \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad (12),$$

$$\left.\begin{array}{l} \chi(z'_1)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z'_1) = \eta \cdot \varphi(z'_1) \\ \chi(z'_2)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z'_2) = \eta \cdot \varphi(z'_2) \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \chi(z'_g)^{\frac{n}{\sigma s}} \cdot \lambda(z'_g) = \eta \cdot \varphi(z'_g) \end{array}\right\} \quad . \quad (12'),$$

. . . .

$$\left.\begin{array}{l}\chi(z_1^{(s-1)})^{\frac{n}{\sigma s}}.\lambda(z_1^{(s-1)})=\eta^{s-1}.\varphi(z_1^{(s-1)})\\ \chi(z_2^{(s-1)})^{\frac{n}{\sigma s}}.\lambda(z_2^{(s-1)})=\eta^{s-1}.\varphi(z_2^{(s-1)})\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\\ \chi(z_g^{(s-1)})^{\frac{n}{\sigma s}}.\lambda(z_g^{(s-1)})=\eta^{s-1}.\varphi(z_g^{(s-1)})\end{array}\right\}(12^{s-1}),$$

gelten, wo statt z_{g+1} etc. die Indicirung z'_g etc. angewandt ist.

Wir nehmen jetzt an, daß der Gleichung (6) als einer Identität genügt werde, indem man die Parameter $\alpha_0, \alpha_1, \dots \alpha_\mu, \beta_0, \beta_1, \dots \beta_\nu$ sich verändern läßt; die Größe z als Representant für eine von den Wurzeln $z_1, z_2, \dots z_h$ muß sich dann auch verändern, woraus durch Differentiation folgt:

$$dF(z)=F'(z)dz+\sigma s\{\chi^n\lambda^{\sigma s-1}\delta\lambda-\varphi^{\sigma s-1}\delta\varphi\}=0,$$

wo χ, λ und φ statt $\chi(z)$, $\lambda(z)$ und $\varphi(z)$ geschrieben sind, und wo $F'(z)$ die Derivirte nach z allein, aber $\delta\lambda$ und $\delta\varphi$ totale differentiale in Bezug auf alle erwähnten Parameter bedeuten, also

$$\delta\lambda = d\beta_0+z^\sigma d\beta_1+\dots+z^{\nu\sigma}d\beta_\nu$$
$$\delta\varphi = z[d\alpha_0+z^\sigma d\alpha_1+\dots+z^{\mu\sigma}d\alpha_\mu].$$

Mit Hülfe der Gleichung (10) läßt sich die vorhergehende Gleichung so schreiben:

$$F'(z)dz=\sigma s.\frac{\varphi}{\lambda}.\varphi^{\sigma s-2}.(\lambda\delta\varphi-\varphi\delta\lambda)\dots(13),$$

woraus dem Systeme (10) gemäss

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dz}{\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}} &= \sigma s \,.\, \varphi^{\sigma s-2} \,.\, \frac{\lambda\delta\varphi-\varphi\delta\lambda}{F'(z)}. \\
\frac{\eta\, dz}{\chi(z)^{\frac{n}{s\sigma}}} &= \sigma s \,.\, \varphi^{\sigma s-2} \,.\, \frac{\lambda\delta\varphi-\varphi\delta\lambda}{F'(z)} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
\frac{\eta^{s-1}.dz}{\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}} &= \sigma s \,.\, \varphi^{\sigma s-2} \,.\, \frac{\lambda\delta\varphi-\varphi\delta\lambda}{F'(z)}
\end{aligned}\right\} \quad . \; (14)$$

folgt, in deren erster Gleichung z eine der Wurzeln $z_1, z_2, \ldots z_g$ representirt, in der zweiten Gleichung eine der Wurzeln $z'_1, z'_2 \ldots z'_{g'}$, u. s. w.

Setzen wir jetzt

$$\Theta(z) = \varphi^{\sigma s-2}.\{\lambda\delta\varphi-\varphi\delta\lambda\} \quad . \; . \; (15),$$

so ist $\Theta(z)$ eine ganze rationale algebraische Function [vergl. (1), (2) und (3)] und reproduktiv von der Ordnung -1 oder:

$$(\gamma^r)^{-1}.\Theta(z) = \Theta(\gamma^r z) \quad . \; . \; . \; . \; (16).$$

Setzen wir weiter

$$\mathfrak{D}(z) = b_0 + b_1 z^{\sigma} + \ldots b_\tau z^{\tau\sigma} \ldots (17),$$

wo $b_0, b_1, \ldots b_\tau$ konstante Grössen sind, und

multipliciren wir jede der Gleichungen (14) mit $\frac{\mathfrak{D}(z)}{1-\left(\frac{z}{a}\right)^{\sigma}}$, wo a auch konstant ist, so erhalten wir durch Addition nach gehöriger Indicirung folgende Summe:

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\frac{\eta^{\varrho-1}\cdot\mathfrak{D}(z_r^{(\varrho-1)})dz_r^{(\varrho-1)}}{\left\{1-\left(\frac{z_r^{(\varrho-1)}}{a}\right)^{\sigma}\right\}\chi(z_r^{(\varrho-1)})^{\frac{n}{\sigma s}}}$$

$$=\sigma s\sum_{r=1}^{r=h}\frac{\mathfrak{D}(z_r)\cdot\Theta(z_r)}{\left\{1-\left(\frac{z_r}{a}\right)^{\sigma}\right\}F'(z_r)}\ldots(18),$$

wo z_1^0 etc. dieselbe Bedeutung hat wie z_1 etc.

Unter der Voraussetzung, daß die Wurzeln $z_1, z_2, \ldots z_h$ einfach sind, und unter der Bedingung, dass

$F(z)$ von höherem Grade als $\mathfrak{D}(z)\,\Theta(z)$ sei

d. h.

$$h \geqq (\mu\sigma+1)s+\nu+\tau-\mu \quad . \quad . \quad (19),$$

erhält man durch die Zerlegung in Partial-Brüche, wenn man sich erinnert, dass $\mathfrak{D}(z)$ reproduktiv von der Ordnung 0 und daß nach (5) und (16):

$$\frac{\Theta(z)}{F'(z)}=\frac{\Theta(\gamma z)}{F'(\gamma)}=\ldots=\frac{\Theta(\gamma^{\sigma-1}z)}{F'(\gamma^{\sigma-1}z)},$$

ist, folgende Gleichung:

$$\frac{\mathfrak{D}(a)\,\Theta(a)}{\mathrm{F}(a)}$$
$$= \sum_{r=1}^{r=h} \frac{\mathfrak{D}(z_r)\Theta(z_r)}{\mathrm{F}'(z_r)} \left\{ \frac{1}{a-z_r} + \frac{1}{a-\gamma z_r} + \dots \frac{1}{a-\gamma^{\sigma-1} z_r} \right\}.$$

Aber $\dfrac{\sigma a^{\sigma-1}}{a^\sigma - z^\sigma} = \dfrac{1}{a-z} + \dfrac{1}{a-\gamma z} + \dots \dfrac{1}{a-\gamma^{\sigma-1} z}$,

woraus durch Vergleichung mit (18) hervorgeht:

$$\sum_{r=1}^{r=g} \sum_{\varrho=1}^{\varrho=s} \frac{\eta^{\varrho-1} . \mathfrak{D}(z_r^{(\varrho-1)})\, dz_r^{(\varrho-1)}}{\left\{1 - \left(\dfrac{z_r^{(\varrho-1)}}{a}\right)^\sigma \right\} \chi(z_r^{(\varrho-1)})^{\frac{n}{\sigma s}}}$$
$$= \frac{s\,a\,\mathfrak{D}(a)\,\Theta(a)}{F(a)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20),$$

eine Differential-Gleichung, die sich auf folgende Weise integriren lässt. Setzen wir nemlich

$$y = \chi(a)^{\frac{n}{\sigma s}} . \frac{\lambda(a)}{\varphi(a)} \quad . \quad . \quad . \quad (21),$$

also

$$\frac{a\,\mathfrak{D}(a)\,\Theta(a)}{F(a)} = - \frac{a\,\mathfrak{D}(a)}{\chi(a)^{\frac{n}{\sigma s}}} . \frac{dy}{y^{\sigma s} - 1},$$

so bekommen wir aus der Differentialgleichung (20) folgendes Integral:

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}} \frac{\eta^{\varrho-1}\mathfrak{D}(z)\,dz}{\left\{1-\left(\frac{z}{a}\right)^{\sigma}\right\}\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}}$$

$$= \text{konst.} - \frac{a\mathfrak{D}(a)}{\sigma\chi(a)^{\frac{n}{\sigma s}}} \cdot \sum_{r=1}^{r=\sigma s} \eta^{r-1}\log(y-\eta^{r-1}) \quad (22),$$

wo $\eta = e^{\frac{2\pi i}{\sigma s}}$ ist. Wenn wir beachten, dass $\sum_{r=1}^{r=\sigma s} \eta^{r-1} = 0$ ist, kann die Formel (22) auch so geschrieben werden:

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}} \frac{\eta^{\varrho-1}\mathfrak{D}(z)\,dz}{\left\{1-\left(\frac{z}{a}\right)^{\sigma}\right\}\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}} = \text{konst.}$$

$$- \frac{a\mathfrak{D}(a)}{\sigma\chi(a)^{\frac{n}{\sigma s}}} \cdot \sum_{r=1}^{r=\sigma s} \eta^{r-1}\log[\chi(a)^{\frac{n}{\sigma s}}.\lambda(a)-\eta^{r-1}\varphi(a)] \quad (23$$

wo die in $\lambda(a)$ und $\varphi(a)$ enthaltenen Parameter $\alpha_0, \alpha_1, \ldots \alpha_\mu, \beta_0, \beta_1, \beta_\nu$ als Functionen der oberen Grenzen der Integrale vermittelst der Systeme (12) und der Gleichung (8) auszudrücken sind.

Die Systeme (12) bis (12^{s-1}) enthalten nun h *Gleichungen* und $\mu+\nu+1 = \mathfrak{p}$ Parameter

[einer wird durch Division wegfallen], die zu eliminiren sind. Es ist dazu im Allgemeinen erforderlich, daß die Anzahl der Gleichungen größer als die Anzahl der Parameter sei. Wir unterscheiden zwei Fälle.

A) $\sigma \geqq 2$.

Nach (7) haben wir hier zu betrachten:

$$1^0\ h = (\mu\sigma + 1)s \geqq mn + \nu\sigma s$$

oder $\{(\mu - \nu)\sigma + 1\} s \geqq mn$, woraus folgt $\mu \geqq \nu$, und also, damit $h > p$ werde, ist der Fall auszuschließen, wenn gleichzeitig $\mu = \nu$, $\sigma = 2$ und $s = 1$.

2^0 $h = mn + \nu\sigma s > (\mu\sigma + 1)s$, da für $\mu \geqq \nu$ unmittelbar folgt $h > p$; für $\mu < \nu$ aber ist $\nu\sigma s > \mu + \nu$, daher ebenso $h > p$.

Die verschiedenen Eliminationsresultate müssen also hier $h - p$ werden:

B) $\sigma = 1$ [$s \geqq 2$, vergl. (1)].

Weil für diesen Fall $\varphi(z)$ nicht reproduktiv zu sein braucht, können wir einen neuen veränderlichen Parameter α_{00} einführen, so daß statt $\varphi(z)$ in (2) wir

$$\varphi(z) = z(\alpha_0 + \alpha_1 z + \ldots \alpha_\mu z^\mu) + \alpha_{00} \quad (24),$$

und die zu eliminirenden Parameter in der Anzahl $p + 1$ oder $\mu + \nu + 2$ haben.

$$1^0\ h = (\mu + 1)s \geqq mn + \nu s$$

oder $\{(\mu - \nu) + 1\} s \geqq mn$, woraus folgt $\mu \geqq \nu$; für $\mu > \nu$ sehen wir unmittelbar, daß $h > p + 1$; für $\mu = \nu$ muß der gleichzeitiger Fall $s = 2$ und $mn \leqq 2$ ausgeschlossen werden.

2⁰ $h = mn + \nu s > (\mu + 1)s$, für $\mu \geqq \nu$ folgt unmittelbar $h > p + 1$; für $\mu < \nu$, ist $\nu s > \mu + \nu$ und folglich $h > p + 1$ [weil mn hier wenigstens 2 sein muß, vergl. (7)].

Die Resultate der Elimination werden also hier $h - p - 1$.

Die h Wurzeln. $z_1, z_2, \ldots z_h$ sind also von einander abhängig, und zwar durch $h - p$ oder durch $h - p - 1$ Bedingungsgleichungen mit einander verbunden.

Außer dem allgemeinen Falle in der Gleichung (23) haben wir folgende fünf besondere Fälle zu unterscheiden.

I. Fall:

$$a = \infty \text{ und } h > (\mu\sigma + 1)s + \nu + \tau - \mu \quad (25).$$

Die rechte Seite der Differential-Gleichung (20) ist jetzt Null, daher also

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}} \frac{\eta^{\varrho-1}\,\mathfrak{D}(z)\,dz}{\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}} = C \,.\,. \quad (26);$$

wo z_0 und C konstante Größen bezeichnen und die oberen Grenzen dieser Integrale den vorher erwähnten Eliminationsresultaten genügen.

II. Fall:

$$a = \infty \text{ und} \left\{ \begin{aligned} h &= (\mu\tau + 1)s + \nu + \tau - \mu \\ &= (\mu\sigma + 1)s > mn + \nu\sigma s. \end{aligned} \right\} \quad (27).$$

Für $a = \infty$ haben wir

$$\lim \frac{a\mathfrak{D}(a)\,\Theta(a)}{F(a)} = \lim \frac{a\mathfrak{D}(a)\,\delta\left(\frac{\lambda}{\varphi}\right)}{1-\frac{\chi^n.\lambda^{\sigma s}}{\varphi^{\sigma s}}} = b_\tau \delta\left(\frac{\beta_\nu}{\alpha_\mu}\right),$$

das Integral der Differential-Gleichung (20) wird also:

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}} \frac{\eta^{\varrho-1}.\mathfrak{D}(z)dz}{\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}} = \text{konst.} + s.b_\tau.\frac{\beta_\nu}{\alpha_\mu} \quad (28),$$

wo die rechte Seite eine algebraische Funktion von den oberen Grenzen der Integrale ist, weil α_μ und β_ν durch die Systeme (12) mit Hülfe der Gleichung (8) als solche sich ausdrücken lassen.

III. Fall:

$$a = \infty \text{ und} \begin{Bmatrix} h = (\mu\sigma+1)s+\nu+\tau-\mu \\ = mn+\nu\sigma s > (\mu\sigma+1)s \end{Bmatrix} \quad (29).$$

Für $a = \infty$ haben wir

$$\lim \frac{a\mathfrak{D}(a)\,\Theta(a)}{F(a)} = -\frac{b_\tau\,.\,\delta\left(\frac{\beta_\nu}{\alpha_\mu}\right)}{a_m^n\cdot\left(\frac{\beta_\nu}{\alpha_\mu}\right)^{\sigma s}}$$

bekommen, also aus (20) folgendes Integral

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}} \frac{\eta^{\varrho-1}\,\mathfrak{D}(z)\,dz}{\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}}$$

$$= \text{konst.} + \frac{s\,.\,b_\tau}{(\sigma s-1)\,a_m^n}\cdot\left\{\frac{\alpha_\mu}{\beta_\nu}\right\}^{\sigma s-1} \quad . \quad (30),$$

wo die rechte Seite auch eine algebraische Funktion von den oberen Grenzen der Integrale ist.

IV. Fall:

$$a = \infty \text{ und } \left\{\begin{array}{l} h = (\mu\sigma+1)s+\nu+\tau-\mu \\ \quad = (\mu\sigma+1)s = mn+\nu\sigma s \end{array}\right\} \quad (31).$$

Wir setzen

$$y = a_m^{\frac{n}{\sigma s}}\cdot\frac{\beta_\nu}{\alpha_\mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

und erhalten für

$$a = \infty \lim \frac{a\,\mathfrak{D}(a)\,\Theta(a)}{F(a)} = -\frac{b_\tau}{a_m^{\frac{n}{\sigma s}}}\cdot\frac{dy}{y^{\sigma s}-1},$$

also aus der Differentialgleichung (20) folgendes Integral:

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}}\frac{\eta^{\varrho-1}\,.\,\mathfrak{D}(z)\,\mathrm{d}z}{\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}}$$

$$= \text{konst.} - \frac{b_\tau}{\sigma\, a_m^{\frac{n}{\sigma s}}}\,.\sum_{r=1}^{r=\sigma s}\eta^{r-1}\log\left(y-\eta^{r-1}\right)\ (33),$$

wo in der zweiten Seite α_μ und β_ν als Funktionen der oberen Grenzen der Integrale vermittelst der Systeme (12) mit Hülfe der Gleichung (8) auszudrücken sind. In diesem Fall IV ist also die Summe der Integrale gleich einer logarithmischen Funktion von z_1, z_2, etc.

V. Fall. Wenn a eine Wurzel der Gleichung $\chi(z) = 0$ ist, so wird die Differential-Gleichung (20) für $\lambda(z) = 1$:

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\frac{\eta^{\varrho-1}\,\mathfrak{D}\left(z_r^{(\varrho-1)}\right)\mathrm{d}z_r^{(\varrho-1)}}{\left[1-\left\{\frac{z_r^{(\varrho-1)}}{a}\right\}^\sigma\right]\chi\left(z_r^{(\varrho-1)}\right)^{\frac{n}{\sigma s}}}$$

$$= -\, s\,a\,\mathfrak{D}(a)\,\frac{\mathrm{d}\varphi(a)}{\varphi(a)^2}\quad .\ .\ .\quad (34),$$

also bekommt das Integral folgende Form

$$\sum_{r=1}^{r=g}\sum_{\varrho=1}^{\varrho=s}\int_{z_0}^{z_r^{(\varrho-1)}}\frac{\eta^{\varrho-1}\,\mathfrak{D}(z)\,\mathrm{d}z}{\left\{1-\left(\frac{z}{a}\right)^\sigma\right\}\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}}$$

$$= \text{konst.} + \frac{s\,a\,\mathfrak{D}(a)}{\varphi(a)}\quad .\ .\quad (35),$$

wo die in $\varphi(a)$ enthaltenen Parameter α_0, α_1, etc. als Funktionen von den oberen Grenzen der Integrale vermittelst der Systeme (12) oder der Gleichung (8) auszudrücken sind.

Gemäß der von Abel für das elliptische Integral von der dritten Gattung gebrauchten Bezeichnung*), führen wir der Kürze wegen folgendes Zeichen ein:

$$u = \int_{z_0}^{z} \frac{\mathfrak{D}(z)\,dz}{\left\{1-\left(\frac{z}{a}\right)^{\sigma}\right\}\chi(z)^{\frac{n}{\sigma s}}} = \underset{a}{\mathrm{I}_{m,\ \sigma\,.\,s}^{\tau,\ n}}\mathrm{I}(z) \quad (36),$$

welches wir ein **fünffach indicirtes Abelsches Integral** nennen wollen. Die Zahlen τ und m sind **Dimensionsindices** der Polynome $\mathfrak{D}(z)$ und $\chi(z)$, die Größe a **Parameter** und der Quotient $n:\sigma s$ **Ordnungsindex** des Integrales.

Die hier entwickelten Formeln wollen wir an zwei bekannte Beispielen weiter ausführen.

Beispiel I. Integrale von dem Typus $\underset{a}{\mathrm{I}_{2,\ 2\,.\,1}^{\tau,\ 1}}\mathrm{I}(z)$ mit den Nebenbedingungen $\mu = 1$ und $\lambda(z) = 1$, d. h. $\nu = 0$.

I. Fall: $a = \infty$ und $\mathfrak{D}(z) = 1$ oder $\tau = 0$ [vergl. (25)].

Wir haben jetzt $h = gs = (\mu\sigma + 1)s = 3$

*) Vergl. Oeuvres Compl., Tome I, pag. 326.

[vergl. (7), (11)], und unser Integral wird [vergl. (26)]:

$$\sum_{r=1}^{r=3}\int_{z_0}^{z_r} \frac{dz}{\sqrt{a_0 + a_1 z^2 + a_2 z^4}} = C \quad . \; . \; . \quad \text{(a)}$$

wo die oberen Grenzen z_1, z_2 und z_3 folgendem Systeme von Gleichungen genügen müssen [vergl. (12)]:

$$\left.\begin{aligned} z_1(\alpha_0 + \alpha_1 z_1^2) &= \sqrt{a_0 + a_1 z_1^2 + a_2 z_1^4} \\ z_2(\alpha_0 + \alpha_1 z_2^2) &= \sqrt{a_0 + a_1 z_2^2 + a_2 z_2^4} \\ z_3(\alpha_0 + \alpha_1 z_3^2) &= \sqrt{a_0 + a_1 z_3^2 + a_2 z_3^4} \end{aligned}\right\} \text{(b)}$$

Dieses System gibt nur ein Eliminationsresultat von distinkter Natur welches das Additionstheorem der elliptischen Funktionen z_1, z_2, z_3 darstellt. Um die Eliminirung von α_0 und α_1 aus (b) zu erleichtern, braucht man mit Vortheil die Gleichung (8) oder:

$$a_0 + a_1 z^2 + a_2 z^4 - \{z(\alpha_0 + \alpha_1 z^2)\}^2$$
$$= A(z^2 - z_1^2)(z^2 - z_2^2)(z^2 - z_3^2) \ldots \text{(c)},$$

wo $z = 0$, $z^2 = r_1^2$, $z^2 = r_2^2$ zu setzen ist, wenn r_1^2 und r_2^2 die zwei Wurzeln der Gleichung $a_0 + a_1 z^2 + a_2 z^4 = 0$ sind.

II. Fall: $a = \infty$ und $\tau = 1$ [vergl. (27)].

Wir erhalten nach (28) folgendes Integral:

$$\sum_{r=1}^{r=3}\int_{z_0}^{z_r}\frac{(b_0+b_1 z^2)\,\mathrm{d}z}{\sqrt{a_0+a_1 z^2+a_2 z^4}}=\text{konst.}+b_1\frac{1}{\alpha_1}\text{(d)},$$

wo α_1 durch die Gleichungen (b) und (c) als Funktion von z_1, z_2 und z_3 auszudrücken ist.

III. Fall: a endlich und $\tau \leqq \mu$ [vergl. (19)].

Nach der Formel (23) bekommen wir folgendes Integral: (e)

$$\sum_{r=1}^{r=3}\int_{z_0}^{z_r}\frac{(b_0+b_1 z^2)\,\mathrm{d}z}{\left\{1-\left(\frac{z}{a}\right)^2\right\}\sqrt{a_0+a_2 z^2+a_2 z^4}}$$

$$=\text{konst.}$$

$$-\tfrac{1}{2}\cdot\frac{a(b_0+b_1 a^2)}{\sqrt{a_0+a_1 a^2+a_2 a^4}}\log.\frac{\sqrt{a_0+a_1 a^2+a_2 a^4}-a(\alpha_0+\alpha_1 a^2)}{\sqrt{a_0+a_1 a^2+a_2 a^4}+a(\alpha_0+\alpha_1 a^2)}$$

wo der Ausdruck $a(\alpha_0+\alpha_1 a^2)$ unmittelbar mit Hülfe von (c) zu eliminiren ist. Die Größe b_1 kann hier auch Null sein.

Die elliptischen Funktionen z_1, z_2, z_∞ genügen jetzt den Formeln (d) und (e) sowie den Formeln (a) und (b).

Beispiel 2. Integrale von dem Typus $\mathrm{I}_{m,\,1\,.\,2}^{\tau,\,1}\mathrm{I}\,(z)$ mit den Nebenbedingungen $\lambda(z)=1$, d. h. $\nu=0$, und $(\mu+1)\,.\,2 \geqq m$.

I. Fall: $a=\infty$ und $\mu>\tau$ [vergl. (25)].

Wir haben nun $h=(\mu+1)\,2=gs$ [vergl. (7), (11)], unser Integral wird [vergl. (26)]:

$$\sum_{r=1}^{r=\mu+1}\left\{\int_{z_0}^{z_r}\frac{(b_0+b_1z+\ldots b_\tau z^\tau)dz}{\sqrt{a_0+a_1z+\ldots a_m z^m}}\right.$$

$$\left.-\int_{z_0}^{z'_r}\frac{(b_0+b_1z+\ldots b_\tau z^\tau)dz}{\sqrt{a_0+a_1z+\ldots a_m z^m}}\right\} = C \;.\;.\; \text{(a)},$$

wo die oberen Grenzen $z_1, z_2, \ldots z_g$ und $z'_1, z'_2, \ldots z'_g$ folgenden zwei Systemen von Gleichungen genügen müssen [vergl. (12), und (12')]:

$$\left.\begin{aligned}
&z_1\,(\alpha_0+\alpha_1 z_1 \quad +\ldots\alpha_\mu z_1^\mu)+\alpha_{00}\\
&\quad=\sqrt{a_0+a_1z_1+\ldots a_m z_1^m}\\
&z_2\,(\alpha_0+\alpha_1 z_2 \quad +\ldots\alpha_\mu z_2^\mu)+\alpha_{00}\\
&\quad=\sqrt{a_0+a_1z_2+\ldots a_m z_2^m}\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&z_{\mu+1}\,(\alpha_0+\alpha_1 z_{\mu+1} \quad +\ldots\alpha_\mu z^\mu_{\mu+1})+\alpha_{00}\\
&\quad=\sqrt{a_0+a_1z_{\mu+1}+\ldots a_m z^m_{\mu+1}}
\end{aligned}\right\}\text{(b)},$$

$$\left.\begin{array}{l}
z'_1\,(\alpha_0+\alpha_1 z'_1 \quad +\dots\alpha_\mu z'^{\mu}_1)+\alpha_{00} \\
\quad =-\sqrt{a_0+a_1 z'_1+\dots a_m z'^{m}_1} \\
z'_2\,(\alpha_0+\alpha_1 z'_2 \quad +\dots\alpha_\mu z'^{\mu}_2)+\alpha_{00} \\
\quad =-\sqrt{a_0+a_1 z'_2+\dots a_m z'^{m}_2} \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
z'_{\mu+1}\,(\alpha_0+\alpha_1 z'_{\mu+1}+\dots\alpha_\mu z'^{\mu}_{\mu+1})+\alpha_{00} \\
\quad =-\sqrt{a_0+a_1 z'_{\mu+1}+\dots a_m z'^{m}_{\mu+1}}
\end{array}\right\}(b'),$$

Diese Systeme geben μ Eliminitionsresultate von distinktir Natur [vergl. Seite 40].

Neben den Systemen (b) und (b′) haben wir um $\alpha_{00}, \alpha_0, \dots \alpha_{\mu+1}$ zu eliminiren die Gleichung (8) oder

$$a_0+a_1 z+\dots a_m z^m-\{z(\alpha_0+\alpha_1 z+\dots\alpha_\mu z^\mu)+\alpha_{00}\}^2$$
$$= A\,(z-z_1)\dots(z-z_h) \quad . \quad . \quad (c)$$

zu benutzen, wo $z=0$, $z=r_1, \dots z=r_m$ zu setzen ist, wenn $r_1, \dots r_m$ die m Wurzeln der Gleichung $a_0+a_1 z+\dots a_m z^m=0$ sind.

II. Fall:

$$a=\infty \text{ und } \left\{\begin{array}{l} h=(\mu+1)\,2>m \\ \mu=\tau \end{array}\right\} \text{ vgl. (27)].}$$

Wir haben nach (28)

$$\sum_{=1}^{\mu+1}\left[\int_{z_0}^{z_r}\frac{(b_0+b_1z+..b_\mu z^\mu)dz}{\sqrt{a_0+a_1z+..a_mz^m}}-\int_{z_0}^{z'r}\frac{(b_0+b_1z+..b_\mu z^\mu)dz}{\sqrt{a_0+a_1z+..a_mz^m}}\right]$$

$$= \text{konst} + 2\,b_\mu \cdot \frac{1}{\alpha_\mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (d),$$

wo α_μ durch die Gleichungen (b), (b') und (c) als eine Function von z_1, z_2 etc auszudrücken ist.

III. Fall.

$$a = \infty \text{ und } \begin{cases} h = (\mu + 1)\,2 = m \\ \mu = \tau \end{cases} [\text{vergl. } (31)]$$

Wir haben jetzt nach (33) das Integral:

$$\sum_{=1}^{\mu+1}\left[\int_{z_0}^{z_r}\frac{(b_0+b_1z+..b_\mu z^\mu)dz}{\sqrt{a_0+a_1z+...a_mz^m}}-\int_{z_0}^{z'_r}\frac{(b_0+b_1z+...b_\mu z^\mu)dz}{\sqrt{a_0+a_1z+...a_mz^m}}\right]$$

$$= \text{konst} - \frac{b_\mu}{\sqrt{a_m}} \log. \frac{\sqrt{a_m}-\alpha_\mu}{\sqrt{a_m}+a_\mu} \quad . \quad . \quad . \quad (e),$$

wo α_μ durch die Gleichungen (b) (b') und (c) als eine Funktion von z_1, z_2 etc auszudrücken ist.

Der allgemeine Fall: a endlich, $h = (\mu +)\,2$ und $\tau \leqq \mu$. Nach der Formel (23) haben wir das folgende Integral:

$$\sum_{r=1}^{r=\mu+1}\left[\int_{z_0}^{z_r}\frac{(b_0+b_1z+\ldots b_\tau a^\tau)\mathrm{d}z}{(1-\frac{z}{a})\sqrt{a_0+a_1z+\ldots a_mz^m}}-\right.$$

$$\left.-\int_{z_0}^{z'_r}\frac{(b_0+b_1z+\ldots b_\tau z^\tau)\mathrm{d}z}{(1-\frac{z}{a})\sqrt{a_0+a_1z+\ldots a_mz^m}}\right]$$

$$=\text{konst.}-\frac{a(b_0+b_1a+\ldots b_\tau a^\tau)}{\sqrt{a_0+a_1a+\ldots a_ma^m}}\times$$

$$\times\log\frac{\sqrt{a_0+a_1a+\ldots a_ma^m}-[a(\alpha_0+\alpha_1a+\ldots\alpha_\mu a^\mu)+\alpha_{00}]}{\sqrt{a_0+a_1a+\ldots a_ma^m}+[a(\alpha_0+\alpha_1a+\ldots\alpha_\mu a^\mu)+\alpha_{00}]}$$

wo der Ausdruck $a(\alpha_0+\alpha_1a+\ldots\alpha_\mu a^\mu)+\alpha_{00}$ unmittelbar zu eliminiren ist, wenn man in (c) $z=a$ einführt.

Göttingen 1876 Januar 8.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten November und December 1875 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung).

Proceedings of the London Mathem. Society. No. 83. 84. 1875.

Verhandl. des naturhistor. medic. Vereins in Heidelberg. I. 2. 1875.

J. P. N. Land, Anecdota Syriaca. T. IV. Lugduni Batavor. 1875. 4.
Bulletin de la Soc. Mathem. de France. T. III. No. 6. Paris. 1875.
R. Wolf, Astronomische Mittheilungen. XXXVIII. 1875.
Annales de l'Observatoire de Bruxelles. No. 9—12. 1874.
Transactions of the Zoolog. Soc. of London. Vol. IX. P. 4. 1875. 4.
Proceedings of the Zoolog. Soc. of London. Part. II. III. 1875.
Mittheilungen des histor. Vereins für Steiermark. Hft. XXIII. 1875.
Beiträge zur Kunde steiermärkischer Geschichtsquellen. Jahrg. 12. 1875.
25 Jahresbericht der Schles. Gesellsch. für vaterländische Cultur. Breslau. 1875.
Festgruß derselben an die 47. Versammlung deutscher Naturf. u. Aerzte. Ebd. 1875.
Nova Acta R. Societatis scient. Upsaliensis. Ser. III. Vol. IX. Fasc. II. 1875. 4.
Bulletin méteorol. mensuel de l'Observatoire d'Upsal. Vol. VI. 1874.
— de la Société Ouralienne. T. II. N. 1. 1875.
Dasselbe. T. III. No. 1. Climatologie de l'Oural. Ekaterinburg. 1875. 4.
Volkmann, zur Mechanik des Brustkastens. 1875.
Kronecker, über quadratische Formen von negativer Determinante. 1875.
Derselbe über die algebr. Gleichungen, von denen die Theilung der elliptischen Functionen abhängt. 1875.
Js. An. Nijhoff, Gedenkwaardigheden uit de Geschiedenis van Gelderland. Zesde Deel, derde Stuk. Gravenhage. 1875. 4.
Monatsbericht d. Berliner Akademie der Wiss. Juli—August. 1875.
Bulletin de l'Acad. R. de Belgique. T. 40. N. 9. 10. Brüssel 1875.
Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. 2. Aufl. Leipzig 1875.
Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel. T. VI. Hft. 1. Basel. 1875.
Leopoldina. Hft. XI. No. 21. 22. 1875.
Nature. 319. 320. 322.
XII. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde. Dresd. 1875.
Rütimeyer, weitere Beiträge zur Beurtheilung der Pferde der Quaternär-Epoche. Zürich. 1875. 4.

Rütimeyer, über Pliocen u. Eisperiode auf d. Alpen. Basel. 1875. 8.

Derselbe über die Ausdehnung der pleistocenen oder quartären Säugethierformen.

Öfversigt af kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar Jahrg. 28, 29, 30, 31. (1871—1874.) Stockholm. 1871—75.

Bihang till kongl. svenska Vetensk. Akademiens Handlingar. Bd. I. Hft. 1 und 2. Bd. II. Hft. 1. und 2. Ebd. 1872—75.

Lefnadsteckningar öfver k. svenska Vet. Akad. efter år 1854 uflidna Ledamöter. Bd. I. Hft. 3. Ebd. 1873.

H. Hamilton, Minnesteckning öfver J. A. v. Hartmansdorff. Ebd. 1872.

L. de Geer, Minnesteckn. öfver Hans Jurta. Ebd. 1874.

Arbeiten des Kais. St. Petersb. botanischen Gartens. Bd. III. Hft. 2. 1875.

Van Eeden, Flora Batava, Aflev. 227—231. Leyden. 4.

Brandl, Codex diplomaticus et epistolaris Moraviae. Bd. IX. vom J. 1356—1366. Brünn. 1875. 4.

Don C. Pujazon, Annales del Istituto y Observatorio de marina de San Fernando. Seccion 2a. Observationes meteorologica. A. 1874. S. Fernando. 1875. Fol.

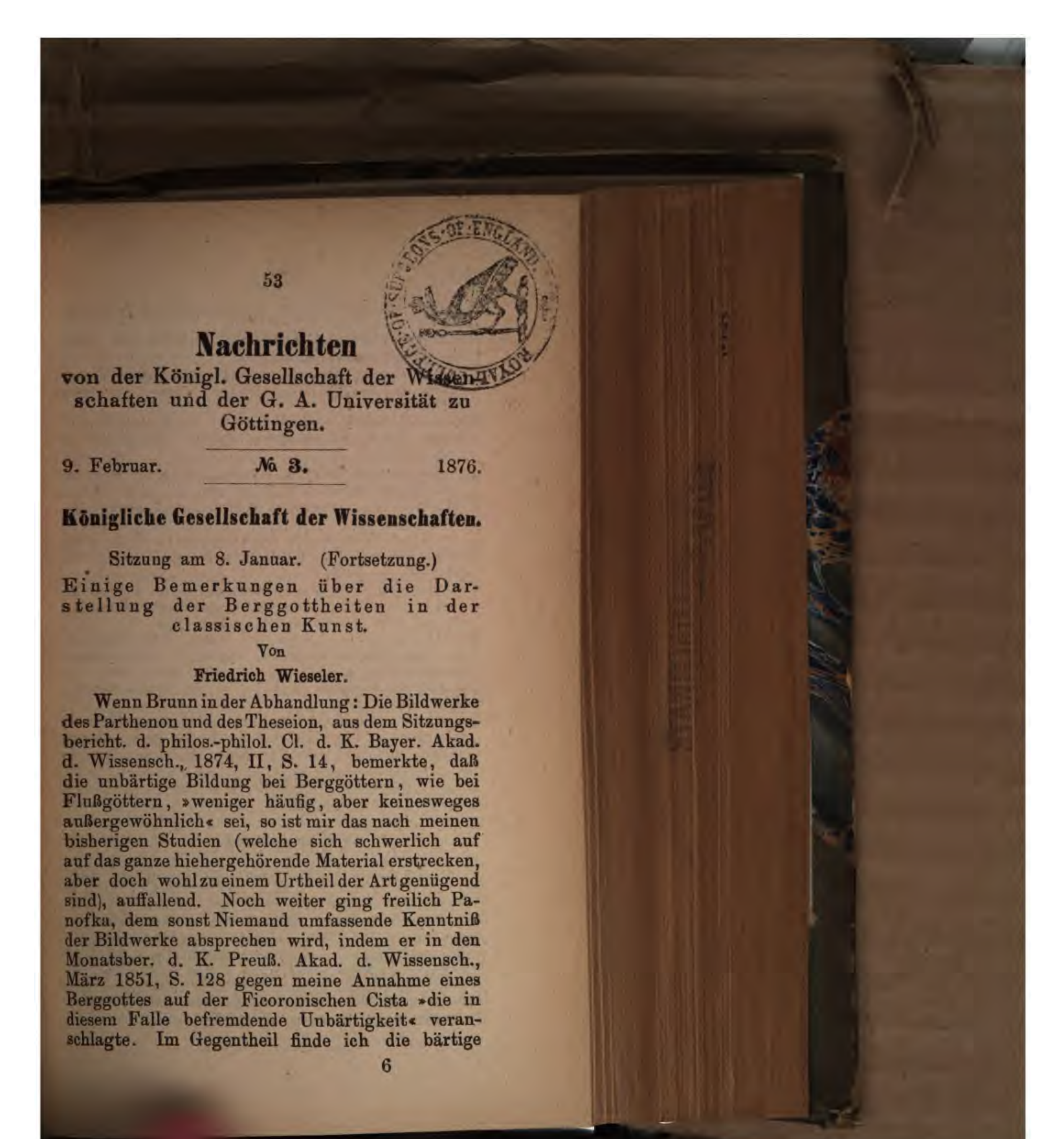
The Cholera Epidemic of 1873 in the United States. Washington. 1875.

Neumayr u. Paul die Congerien u. Paludinenschichten Slavoniens u. deren Faunen. (Abh. der geol. Reichsanstalt. Bd. VII. Hft. 3.) Wien. 1875. 4.

Fortsetzung folgt.

Universität.

Se. Majestät der Kaiser und König haben auf den Antrag des Herrn Ministers als Ersatz für den ausgeschiedenen Professor Geheimen Regierungs-Rath Dr. Waitz den bisherigen ordentlichen Professor an der Universität zu Strassburg Dr. Julius Weizsäcker zum ordentlichen Professor in der philosophischen Facultät der hiesigen Universität zu ernennen geruht.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

9. Februar. № 3. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 8. Januar. (Fortsetzung.)

Einige Bemerkungen über die Darstellung der Berggottheiten in der classischen Kunst.

Von

Friedrich Wieseler.

Wenn Brunn in der Abhandlung: Die Bildwerke des Parthenon und des Theseion, aus dem Sitzungsbericht. d. philos.-philol. Cl. d. K. Bayer. Akad. d. Wissensch., 1874, II, S. 14, bemerkte, daß die unbärtige Bildung bei Berggöttern, wie bei Flußgöttern, »weniger häufig, aber keineswegs außergewöhnlich« sei, so ist mir das nach meinen bisherigen Studien (welche sich schwerlich auf auf das ganze hiehergehörende Material erstrecken, aber doch wohl zu einem Urtheil der Art genügend sind), auffallend. Noch weiter ging freilich Panofka, dem sonst Niemand umfassende Kenntniß der Bildwerke absprechen wird, indem er in den Monatsber. d. K. Preuß. Akad. d. Wissensch., März 1851, S. 128 gegen meine Annahme eines Berggottes auf der Ficoronischen Cista »die in diesem Falle befremdende Unbärtigkeit« veranschlagte. Im Gegentheil finde ich die bärtige

Bildung — für welche aus dem Kreise Griechischer Bildwerke etwa die Köpfe des Tmolos und des Sipylos auf bekannten Münzen (Eckhel Doctr. n. I, 3, p. 113 u. 123, und p. 106, Mionnet Descr. d. Méd. T. IV, p. 118, n. 652, u. 177, n. 1019 u. 1020, und p. 70, n. 376 u. 377 angeführt werden können[1]), und aus dem der Wandgemälde

1) Vermuthlich gehört noch eine bisher allgemein als Flußgott gefaßte bärtige Figur auf Bronze-Münzen, welche unter Antoninus Pius zu Ephesos geprägt sind, hieher. Ein Exemplar dieser Münzen ist in den Denkm. d. a. Kunst Bd. II, Taf. II, n. 14 nach Mionnet Descr. de médailles T. VI, pl. IV, n. 1, abgebildet, dann auch in F. Lajard's Recherch. sur le culte du cyprès pyramidal pl. IV, n. 4 und in Overbeck's Griech. Kunstmythol. I, 1, Münztaf. III, n. 22, ein anderes bei Lajard a. a. O. n. 5. Die betreffende Figur ist an einer unteren Abtheilung oder am Fuße des Berges Pion, an welchem die Stadt Ephesos belegen war, dargestellt; auf der Höhe desselben Zeus, der eben Regen sendet, und zu dem jene Figur emporblickt. Diese hat die bei den Flußgöttern gewöhnliche Bekleidung und liegende Stellung. Hinter ihr gewahrt man Felsen, aus denen ein Wasser hervorsprudelt, welches sich längs ihrer rechten Seite hinzieht. Aber die Umschrift lautet *Πείων Ἐφεσίων*. Ist es also nicht schon von vornherein wahrscheinlich, daß die Localgottheit den Repräsentanten jenes Berges darstellen solle? Was das Wasser anbetrifft, so scheint dasselbe ein am Berge selbst entspringendes zu sein: die betreffenden Felsen nehmen sich ganz so aus, als gehörten sie zum Pion. Nun erwähnt Pausanias VII, 5, 5 nach dem Berge Pion als besonders bemerkenswerth die Quelle *Ἁλιταία*. Auch Plinius Nat. hist. V, 115 spricht, nachdem er von der Stadt Ephesos berichtet hat: Attollitur monte Pione, von einer Quelle: Fons in urbe Callippia. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß an beiden Stellen von derselben Quelle die Rede ist, und in der That sehe ich hinterdrein, daß schon Pintianus bei Plinius den in den Handschriften abweichend geschriebenen Namen in Halitea verändern wollte. Bekleidung und Stellung der in Rede stehenden Figur passen ebensogut für einen Berggott wie für einen Flußgott. Daß derselbe nicht mehr in der Höhe dargestellt ist,

möglicherweise das in den Pitt. d'Ercol. III, 53 abgebildete, von Helbig »Wandgem. der vom Vesuv versch. Städte Campaniens« S. 274, n. 1279 beschriebene, nicht aber auch das in den Pitt. d'Erc. II, 10 herausgegebene, von Helbig S. 193, n. 190 verzeichnete, da die betreffende Figur nach diesem Satyrohren hat —, selbst auf den Römischen Sarkophagreliefs, auf denen die meisten betreffenden Beispiele vorkommen, keineswegs häufiger als die unbärtigen.

Je einen bärtigen Berggott zeigen das Ludovisische Relief mit dem Urtheil des Paris, in den Mon. ined. d. Inst. arch. III, 29 und sonst abgebildet (Welcker A. Denkm. V, S. 420 n. 77, Overbeck Gall. her. Bildw. Taf. XI, n. 12[1]) das

erklärt sich schon allein daraus, daß der höchste Platz dem Zeus gegeben werden mußte. Hat man wirklich den Pion anzuerkennen, so gehört dieser in die Kategorie der Wasser entsendenden Berggötter, über welche unten besonders gesprochen werden wird.

1) Daß es mit dem zuerst von Zoëga vorausgesetzten, dann auch von Welcker anerkannten »Genius des Pelion unter einer Grotte oder einem ausgespannten Tuch«, auf dem von Spence Polymetis pl. XXXIV und dann nach einer schon von Beger herausgegebenen Zeichnung des Pighius von O. Jahn in den Berichten d. K. Sächs. Ges. d. Wissensch. 1849, Taf. IV, n. 1 abbildlich mitgetheilten Relief der Villa Medici in Rom nichts ist, bedürfte keiner Bemerkung, nachdem Jahn a. a. O. S. 55 fg. auf das Sicherste dargethan hat, daß beide Abbildungen sich auf dasselbe, das Parisurtheil betreffende Relief beziehen, und daß die bezügliche Figur vielmehr den Coelus darstellt, wenn nicht Welcker seine offenbar falschen Ansichten über die Verschiedenheit der jenen Abbildungen zu Grunde liegenden Originale, über die Darstellung der Hochzeit von Peleus und Thetis auf dem von Spence herausgegebenen Relief und über den Berggott auf diesem, trotz der Kenntnißnahme von O. Jahn's Aufsatze, in den A. Denkm. V, S. 421 fg. wiederholt hätte. Uebrigens hat es große Wahrscheinlichkeit, daß auf dem in Rede stehen-

mit dem Besuch der Mars bei Ilia in Gerhard's Ant. Bildwerken Taf. XL (O. Jahn Arch. Beitr. S. 61 fg.) und das ähnlicher Beziehung bei Millin Gal. mythol. pl. CLXXX, n. 654. Von den Endymionreliefs giebt Jahn a. a. O. nur drei Beispiele. Dazu kommt das auf Adonis bezügliche Sarkophagrelief, welches in den Mon. ined. d. Inst. VI. VII, t. 68 abbildlich mitgetheilt ist, vgl. dazu Benndorf u. Schöne »Die ant. Bildw. d. Lateran. Mus.« S. 263; ob auch das von E. Petersen in den Ann. XXXIV, 1862, p. 163 hinsichtlich des Berggottes als entsprechend erwähnte Relief im Casino Rospigliosi, muß ich dahin gestellt sein lassen. Ferner gehören von Sarkophagreliefs hierher: das mit Phädra und Hippolytus bei Clarac Mus. de sc. II, 213, 228,

den Relief dennoch der Berggott dargestellt ist, der auf den anderen Sarkophagreliefs mit dem Parisurtheil vorkommt und auch sonst nebst Coelus erscheint. Vielleicht gehört ihm das Unterbein, welches Zoëga dem Peleus zuschrieb. — Auf dem Pamphili'schen Relief gleicher Beziehung (Annal. d. Inst. arch. XI, tav. d'agg. H, Overbeck a. a. O. Taf. XI, n. 5, S. 421, n. 78) erblickt man neben der auf dem Felsen zur Rechten sitzenden bärtigen Figur, welche auch ich als Juppiter fasse, obgleich sie allenfalls auch auf den Berggott bezogen werden könnte, einen »bärtigen Greis«. Daß derselbe »vor Zeus steht«, und »zu diesem zu sprechen scheint«, kann doch nach der erwähnten Abbildung, welche Welcker selbst als die richtigste bezeichnet, mit nichten vorausgesetzt werden. Man gewahrt nur die oberste Partie der in das Gewand gehüllten Figur mit dem rechten Arm, welcher nach der linken Achsel hin am Körper anliegt, gewiß aber keine rednerische Geberde macht. Welcker selbst gesteht über den Greis keine Vermuthung zu haben. Warum könnte er aber nicht als der Berggott gefaßt werden, der sich etwa in der Haltung eines Bekümmerten, böse Folgen Ahnenden von der Haupthandlung abwendet? Jahn's *Meinung* in den Arch. Beitr. S. 63, A. 35 trifft gewiß *nicht* das Richtige.

die beiden auf Prometheus bezüglichen im Louvre und im Capitolin. Mus. bei Clarac II, 216, 31 und in den Denkm. d. a. Kunst II, 65, 838 b, anscheinend auch das bei Raoul-Rochette Mon. inéd. pl. LXXIV, n. 1, schwerlich aber, wie ich meine, die beiden an den Ecken des Sarkophagdeckels in Gerhard's Ant. Bildw. Taf. XXXVI in Begleitung je eines Hundes dargestellten Figuren, welche der Herausgeber im Texte S. 289 als Berggötter faßt, und sicherlich nicht die an einer der Seiten des Lateranensischen Niobidensarkophags (Garrucci Mus. Lat. t. III, Stark Niobe und die Niobiden Taf. XIX, 3) dargestellte, welche von Stark S. 196 auf den Berggott Sipylos bezogen ist, ohne Beistimmung Benndorf's und Schönes a. a. O. n. 427, S. 299, die vielmehr mit Anderen an den Pädagogen denken.

Auch unter den Marmorreliefs anderer Art befinden sich zwei, in künstlerischer Beziehung hervorragende, auf denen man Darstellung je eines bärtigen Berggottes mit Unrecht angenommen hat: das in Zoëga's Bassir. ant. tav. LIV und danach in Overbecks Gall. her. Bildw. Taf. XXIV, n. 3, und das mehrfach, zuletzt und am Besten in C. von Lützow's München. Antiken Taf. 38 abgebildete. Die betreffende Figur des erstgenannten, in der Villa Albani befindlichen Reliefs wurde zuerst als Philoktet, dann von Visconti im Mus. Pio-Clement. T. V, p. 30, not. g als Berggott gefaßt, welcher Erklärung sich zunächst der Verfasser der Indicaz. antiquar. per la villa Albani n. 539, dann Andere, jüngst auch H. Brunn Bildw. d. Parth. u. d. Thes. S. 30 angeschlossen haben, während sie doch, unseres Erachtens, schon von Zoëga a. a. O. p. 262 fg. zur Genüge zurückgewiesen war, ohne daß freilich



derselbe im Stande gewesen wäre, eine bessere Deutung zu geben. Ich zweifle auch keinen Augenblick, daß es sich um den Lokrischen Aias auf den Gyräischen Felsen unmittelbar vor seinem Untergange (Homer. Od. IV, 498 fg.) handele. Auf diesen paßt nicht nur die Figur selbst und ihre Haltung, sondern auch die Schlange hinter ihr vortrefflich, während jene für einen Berggott, selbst einen, der dem entsetzlichsten Ereigniß zuschaut, unzulässig ist, und diese keinesweges für einen solchen spricht, zumal da sie sonst nirgends bei einem Wesen der Art gefunden wird. Ueber Bildung und Haltung der Figur kann auf Raffei Filottete addolorato, Anhang zu den dissert. sopra un singolar combattimento p. 23 fg., dessen Worte Zoëga p. 258 fg. wiedergegeben hat und auf diesen p. 263 verwiesen werden (nur daß mir hier der in der Figur selbst noch in dem dargestellten Augenblicke hervortretende Trotz nicht genug hervorgehoben zu sein scheint); was aber die Schlange betrifft, so wissen wir durch Philostratos Her. VIII, 1, daß jenen Aias ein zahmer Drache wie ein Hund begleitet haben soll. — Die Beziehung der betreffenden Figur des Münchener Reliefs auf einen Berggott ist zuerst von Reifferscheid ausgesprochen in den Ann. d. Inst. arch. T. XXXVIII, 1866, p. 220, not. 2, dann von H. Brunn Beschr. d. Glyptoth. K. Ludwig's I, n. 127, und wird auch von Lützow a. a. O. S. 67 den früheren Erklärungen vorgezogen, nach denen Winckelmann einen Hercules Silvanus (eine Bezeichnungsweise, gegen welche Reifferscheid a. a. O. mit Recht Einspruch erhebt), Jahn Arch. Beitr. S. 62 fg. einen Hercules, den das Attribut des Baumastes dem Silvanus nähere, Zoëga einen Silvanus erkannte. Ich muß gestehen, daß mir

die Annahme eines bloßen Berggottes die allerunwahrscheinlichste dünkt, daß ich mir eher einen Hercules Dendrophorus gefallen lassen würde, daß ich aber am Liebsten an einen Silvanus Dendrophorus (Orelli Inscr. lat. n. 1602) denken möchte, zumal da der Hund, oder genauer die Hündin, doch allem Anschein nach zu der Figur gehört. Reifferscheid's und Brunn's Bedenken gegen diese Auffassungsweise kann ich nicht theilen. Zugegeben auch, daß dem Werke ein Griechisches Original zu Grunde liege, so wird doch dem gewiß in Römischer Zeit lebenden Künstler wohl so viel Vermögen und Selbstständigkeit zugetraut werden können, daß er einen Berggott, etwa den des Gargaron-Ida, zu einem Römischen Silvanus, der ja auch eine Art von Berggott war, umzuarbeiten die Fähigkeit gehabt habe. Durch die Attribute des Pinienzweiges und des Hundes werden auch die beiden Figuren an dem Sarkophagdeckel in Gerhard's ant. Bildw. Taf. XXXVI, welche dieser als Berggötter schlechthin gefaßt hat, als Darstellungen Silvans gekennzeichnet. In diesem Falle treten noch andere Indicien hinzu, welche die Sache als unzweifelhaft erscheinen lassen. Bei beiden Figuren gewahrt man Früchte, Aepfel wie es scheint, am Boden liegend, welche sich nie bei den bloßen Personificationen von Bergen finden. Die Figur zunächst nach rechts vom Beschauer ist mit einen kurzen Tunica angethan, die gleichfalls nicht bei der Art von Personificationen der Berge nachweisbar ist, um welche es sich hier handeln würde. Was sollen endlich jene Berggötter an dem Sarkophagdeckel? Dagegen paßt Silvanus recht wohl dahin, da er nach Servius zu Vergil. Georg. I, 20 bei Einigen als funebris deus galt.

Auch in statuarischer Darstellung kommt die Personification eines Berges bärtig vor, wenn wir den bekannten Farnese'schen Atlas (D. a. K. II, 64, 822) hier mitveranschlagen wollen. Daß der Künstler des Werks den Himmelsträger Atlas mit dem Berge dieses Namens identificirt, erhellt aus dem Umstande, daß er jenen sich mit dem rechten Knie auf einen Felsen stützen läßt. Auch Atlas der Astronom auf dem in den D. a. K. II, 64,829 abgebildeten geschnittenen Stein soll wohl durch das Sitzen auf Felsen, an denen ein Strauch dargestellt ist, als der Gott des Berges charakterisirt werden. Diese Figur scheint ebenfalls bärtig zu sein, wie das Atlas in der Regel ist.

Andererseits finden wir unbärtige und jugendliche Berggottheiten auf zwei Griechischen Marmorwerken: bei dem sogenannten Toro Farnese (Denkm. d. a. Kunst I, 47, 215, a, Friederichs Berlins ant. Bildw. I, S. 320) und in dem vermuthlich in das vierte oder das dritte Jahrhundert v. Chr. fallenden Votivrelief aus Megara, welches ich soeben in dem zwanzigsten Bande der Abhandlungen der K. Ges. d. Wissensch. herausgegeben habe. Ferner an der Ficoronischen Cista (D. a. K. I, 61,309, b), deren Graffiti jedenfalls nicht aus späterer Zeit als das sechste Jahrhundert Roms stammen und auf Griechische Kunstübung Campaniens zurückzuführen sind. Auch auf den Wandgemälden aus Pompeji hat man unbärtige Berggötter angenommen. Freilich ist e i n Bild sicherlich mit Unrecht hiehergezogen. Wir meinen das im Mus. Borbon. X, 25 und danach in Overbeck's Galler. her. Bildw. Taf. XI, 11, sowie in Raoul-Rochette's Choix de peint. de Pompéi pl. XI, wiedergegebene, von Helbig Wandgem. der vom *Vesuv* verschütt. Städte Companiens, S 277, n.

285 verzeichnete. Hier bezog zuerst O. Jahn in den Arch. Beitr. S. 49, Anm. 21, einen im Hintergrunde des Locals, auf welchem das Urtheil des Paris vor sich geht, liegenden Jüngling, der sich mit Phrygischer Mütze, Hirtenstab und Leier wie ein zweiter Paris ausnehme, auf den Berggott, indem er das in den D. a. K. II, 17,183 abgebildete, auf Aktäon bezügliche Gemälde mit jenem zusammengestellte. Wie Jahn urtheilt noch Helbig, obgleich er hinsichtlich der Auffassung des vermeintlichen Berggottes auf dem Aktäonsbilde S. 69, n. 249, b, mir beistimmt und Welcker's dem ganz entsprechende Erklärung der Figur auf dem Bilde mit dem Parisurtheil auf Paris in der Einsamkeit wohl kennt. Sollte die Figur des in Rede stehenden Gemäldes wirklich anstatt der Lyra ein Tympanon gehabt haben — was mir an sich minder wahrscheinlich ist —, so würde an Attis zu denken sein, durch den das Local nebenbei bezeichnet werden konnte, wie durch die Säule mit den Löwen, Flöten, Becken und dem angelehnten Tympanon auf dem Gemälde mit der Hochzeit des Zeus bei Helbig S. 33 fg., n. 114. Als Berggott würde die Figur ganz abnorm sein. — Was dann die von Helbig a. a. O. S. 163 fg., n. 821, 822, 823 auf »den Berggott« bezogenen Jünglingsfiguren anbetrifft, so kann ich diese Erklärung ohne Bedenken nur dann annehmen, wenn jene Figuren wirklich auf oder an einem Berge sitzend dargestellt sind, was, soviel ich sehe, auf dem einzigen durch Abbildungen bekannten Bilde nicht der Fall ist. Doch findet sich hier auf der im Mus. Borbon. I, 24 im Hintergrunde ein Berg angedeutet, und es ließe sich wohl annehmen, daß der Gott desselben nebst seiner Gefährtin, um besser zuschauen zu können, auf den künst-

im Inneren des Mosychlos schmiedend zu denken hat, so wird die Annahme nicht unberechtigt erscheinen, daß der Repräsentant dieses Berges den man sich etwa als aus demselben hervorragend denken soll, gemeint sein könne. Die knabenhafte Bildung kann vorzugsweise in den beschränkten Raumverhältnissen begründet sein. Daß aber an dem Repräsentanten des Mosychlos, dessen Eigenschaft als feuerhegender Berg schon anderweitig zur Genüge angedeutet ist, noch ein anderer von diesem Berge bekannter Umstand zur Andeutung gebracht ist, paßt durchaus. In der That gedenkt Nicander Theriac. 472 fg. ausdrücklich des Viehweidens und der Hirten auf dem Mosychlon [1]).

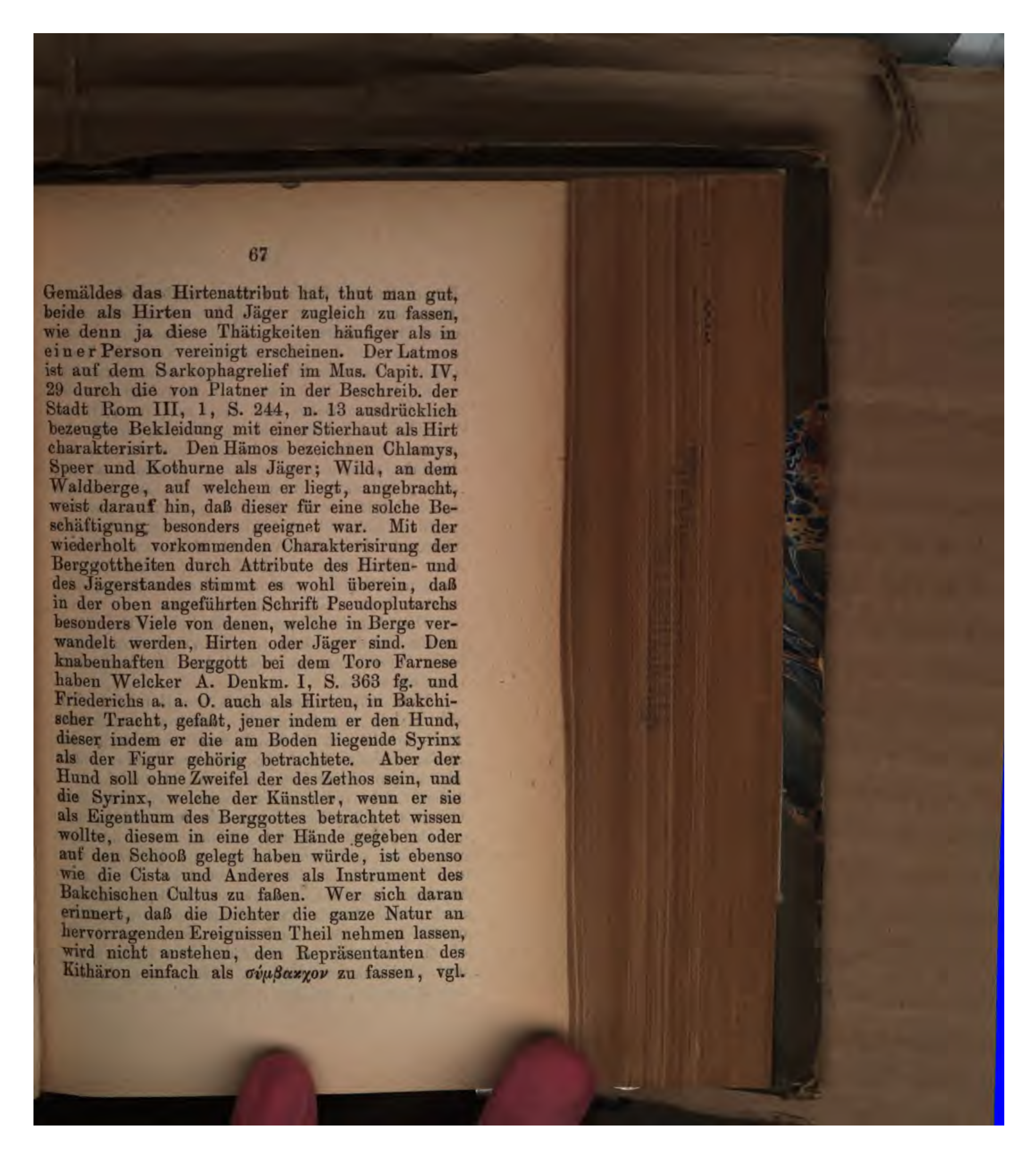
*) K. O. Müller erkennt im Handb. d. Archäol. § 402 in einer auf felsiger Anhöhe an dem Meere sitzenden Figur auf einer unter Domitian zu Korinth geprägten Münze einen Felsdämon. Die Münze ist zuletzt von Mionnet Descr. d. méd. T. II, p. 177 fg., n. 218 beschrieben und in Millin's Gal. myth. T. II pl. CX, n. 400 abbildlich mitgetheilt (von dem sie im Text, gewiß mit Unrecht, als unter Lucius Verus geprägt bezeichnet wird). Man sieht rechts Ino mit dem kleinen Melikertes auf dem Arme, im Begriffe sich ins Meer zu stürzen, und links jener gegenüber einen Mann, zu dessen Füßen im Meere der Delphin erscheint, von welchem Melikertes ans Ufer getragen werden wird. Diesen Mann nun hält Müller für den Dämon des Molurischen Felsens, von welchem sich ja Ino herabgestürzt haben sollte (Pausan. I, 44, 11). Aber wie paßt dazu der Platz, an welchem sich die betreffenden Figur befindet? Mionnet und Millin erkennen in dieser übereinstimmend Poseidon und haben damit, wenn die Figur bärtig ist, aller Wahrscheinlichkeit nach Recht. Bärtig erscheint die Figur in der That auf der von Müller angeführten Abbildung im Thesaurus ant. Graec.; unbärtig aber auf der Millin'schen und ganz besonders auf, der auch von Müller angeführten bei Morelli. Somit müssen wir die Deutung der Figur bis dahin verschieben, daß wir sicheren Aufschluß über ihre Bärtigkeit oder Unbärtigkeit erhalten haben werden.

Aus den Schriftstellern wüßte ich nur Weniges hinzuzufügen. So, daß *Κιθαιρών* bei Nonnos, Dion. XXV, 15 u. XLIV, 145, *γέρων* genannt wird. Die einschlägigen Bildwerke zeigen diesen durchgängig unbärtig und jugendlich. Den Tmolus bezeichnet Ovid in den Metam. XI, 157 als monte suo senior, wie den oben angeführten Kopf auch die Münzen von Sardes und Tmolos bärtig zeigen. Die letzteren beziehen sich übrigens nicht nur auf ihn als den Repräsentanten des Berges, sondern auch als den der Stadt gleichen Namens. Denn gewiß hätte man Unrecht, aus dem Umstande, daß dem Kopf der ganzen Figur des Tmolus an der Puteolanischen Basis (Ber. d. K. S. Ges. d. W. phil.-hist. Cl. 1851, Taf. II, n. 4) welche sich wie das Attribut der Mauerkrone zeigt, auf die Stadt bezieht, jugendlich und bartlos ist, den Schluß ziehen wollte, daß der bärtige Kopf der Münzen nur den Berg angehe. Zu der oben erwähnten Bärtigkeit des Berggottes Atlas paßt es bestens, daß Ovid bei der Schilderung der Verwandelung des Königs Atlas (Metam. IV, 632) in den Berg (Met. IV, 661 fg.) den Bart jenes ausdrücklich hervorhebt. Wer aber die Verwandelungen in Berge bei Pseudoplutarch de fluv. et mont. nominibus durchgeht, der findet, daß jene viel mehrere Jüngere als Aeltere betreffen.

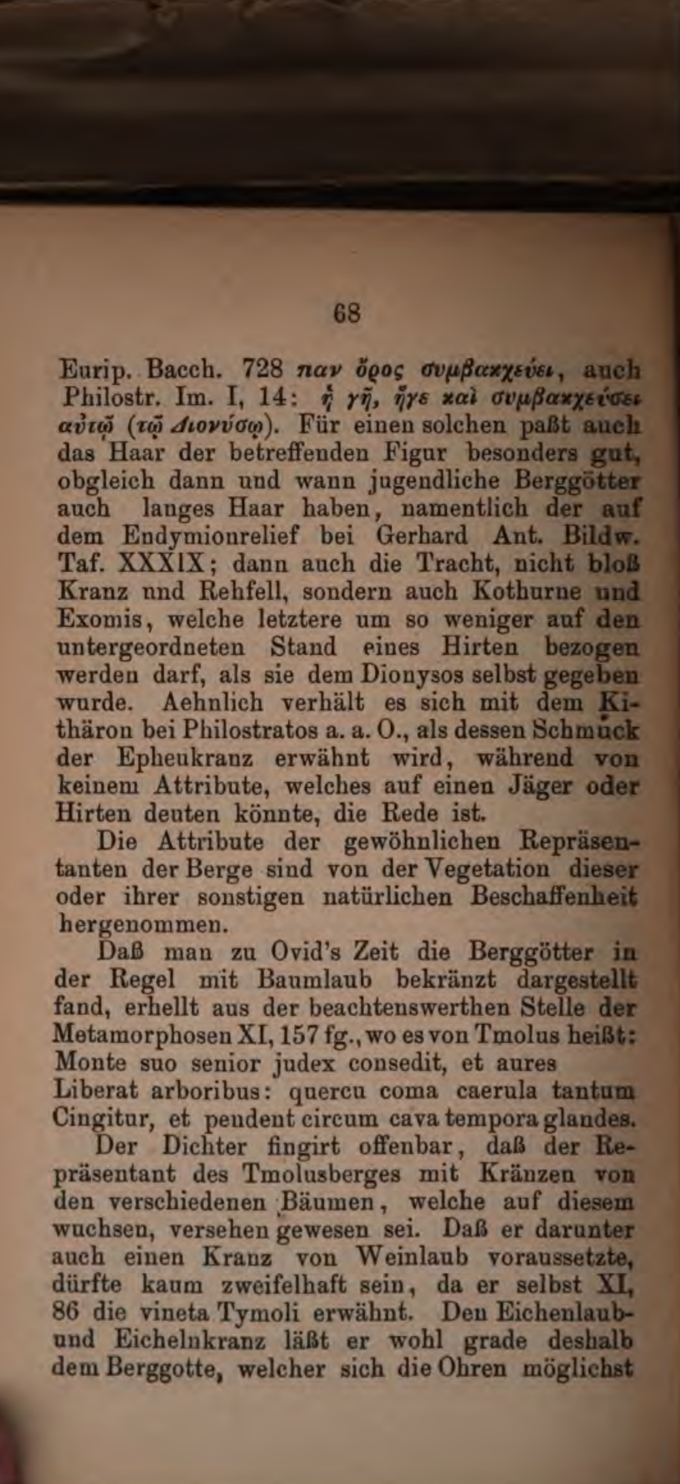
Die Verschiedenheit, welche uns oben hinsichtlich des Alters des Kithäron zwischen der Angabe des Nonnos und der Darstellung auf den Bildwerken entgegentrat, findet sich aber auch zwischen den Sarkophagdarstellungen einer und derselben Beziehung, z. B. der Jagd des Hippolytos und namentlich des Besuches der Selene bei Endymion. Schwerlich wird sich überall in Betreff der *Berggottheiten* in der Kunst auch

nur in annähernder Weise, wie in Betreff der Flußgottheiten, eine Norm hinsichtlich des Alters nachweisen lassen. Beachtenswerth scheint inzwischen immerhin, daß grade die ältesten wichtigeren Bildwerke jene in jugendlicher Bildung zeigen.

Hinsichtlich der sonstigen Auffassungsweise der Berggötter läßt sich — um von Bekanntem zu schweigen — ein zwiefacher Unterschied gewahren. Sie sind entweder als Theilnehmer an einem besonderen Thun und Treiben, wie es für den betreffenden Berg augenblicklich oder überhaupt paßt, dargestellt, oder als Repräsentanten des Berges bloß in natürlicher Hinsicht. In jene Kategorie gehört (abgesehen von dem Atlas, welcher überall nur nebenbei in Betracht kommen kann, und dem Berggott der Ficoronischen Cista, über dessen Attribut verschiedene Ansichten herrschen) der Kithäron bei dem Toro Farnese und auch auf dem Bilde des älteren Philostratos I, 14, der Hämos auf den Münzen von Nikopolis, der Berggott auf den Wandgemälden bei Helbig n. 821 u. 823, der von uns als Mosychlos gefaßte und vielleicht auch die auf dem Sarkophagrelief in Gerhard's Ant. Bildw. Taf. XL und auf dem Ludovisischen Relief mit dem Parisurtheile. Hier hat die betreffende Figur Löwenfell und Keule, weshalb Jahn Arch. Beitr. S. 61 fg. an eine Nachbildung des Herakles dachte, während doch beide Attribute den Jäger und Hirten, namentlich den ersteren andeuten können. Die Figur des Wandgemäldes n. 821 ist durch ein Pedum als Hirt gekennzeichnet; die entsprechende des Wandgemäldes n. 823 trägt ein Leopardenfell, mit welchem bekanntlich mehrfach Pan erscheint. An sich deutet dieses Fell mehr auf den Jäger. Da aber die Figur des an erster Stelle erwähnten



Gemäldes das Hirtenattribut hat, thut man gut, beide als Hirten und Jäger zugleich zu fassen, wie denn ja diese Thätigkeiten häufiger als in einer Person vereinigt erscheinen. Der Latmos ist auf dem Sarkophagrelief im Mus. Capit. IV, 29 durch die von Platner in der Beschreib. der Stadt Rom III, 1, S. 244, n. 13 ausdrücklich bezeugte Bekleidung mit einer Stierhaut als Hirt charakterisirt. Den Hämos bezeichnen Chlamys, Speer und Kothurne als Jäger; Wild, an dem Waldberge, auf welchem er liegt, angebracht, weist darauf hin, daß dieser für eine solche Beschäftigung besonders geeignet war. Mit der wiederholt vorkommenden Charakterisirung der Berggottheiten durch Attribute des Hirten- und des Jägerstandes stimmt es wohl überein, daß in der oben angeführten Schrift Pseudoplutarchs besonders Viele von denen, welche in Berge verwandelt werden, Hirten oder Jäger sind. Den knabenhaften Berggott bei dem Toro Farnese haben Welcker A. Denkm. I, S. 363 fg. und Friederichs a. a. O. auch als Hirten, in Bakchischer Tracht, gefaßt, jener indem er den Hund, dieser indem er die am Boden liegende Syrinx als der Figur gehörig betrachtete. Aber der Hund soll ohne Zweifel der des Zethos sein, und die Syrinx, welche der Künstler, wenn er sie als Eigenthum des Berggottes betrachtet wissen wollte, diesem in eine der Hände gegeben oder auf den Schooß gelegt haben würde, ist ebenso wie die Cista und Anderes als Instrument des Bakchischen Cultus zu faßen. Wer sich daran erinnert, daß die Dichter die ganze Natur an hervorragenden Ereignissen Theil nehmen lassen, wird nicht anstehen, den Repräsentanten des Kithäron einfach als σύμβακχον zu fassen, vgl.



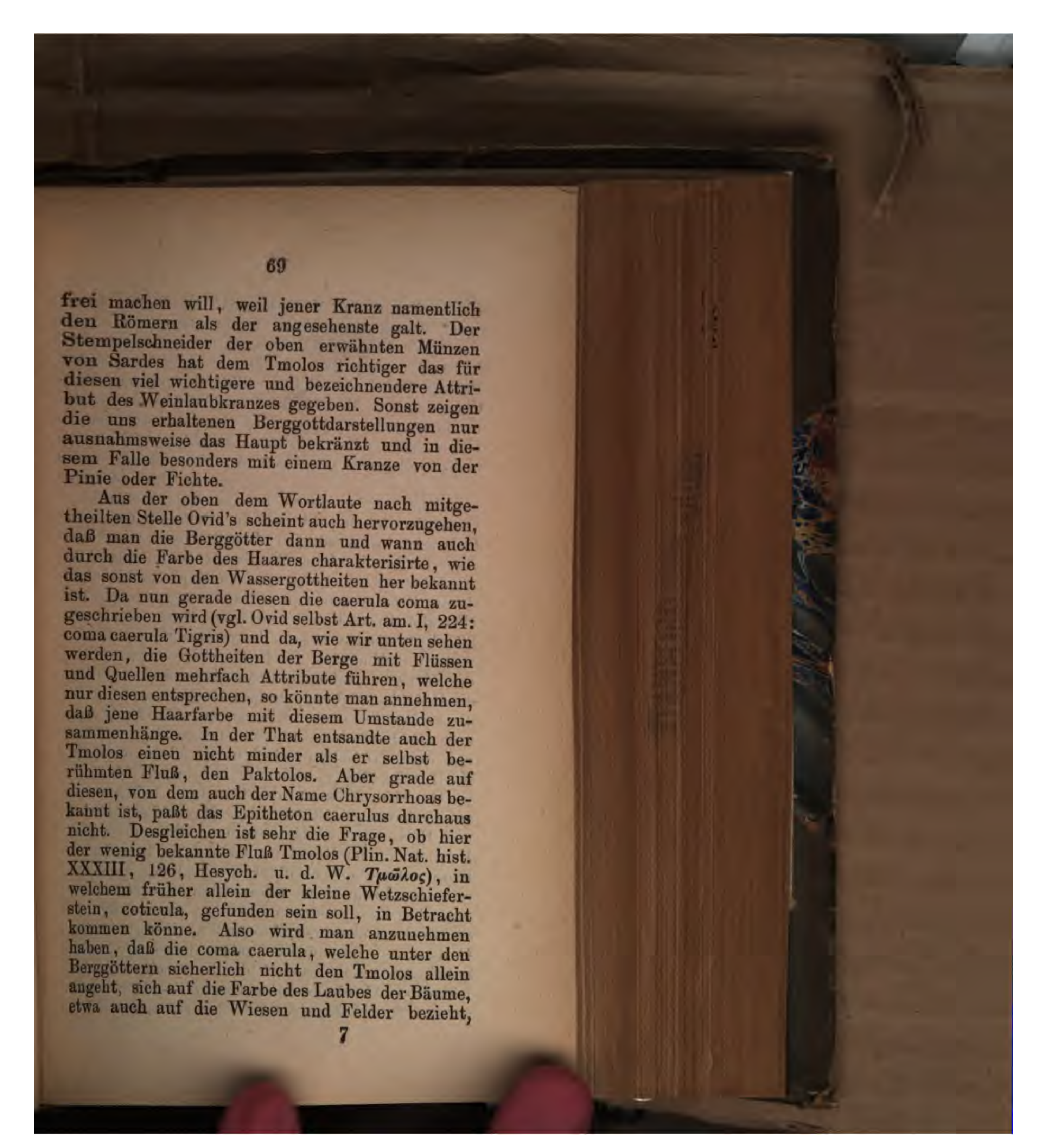
Eurip. Bacch. 728 *παν ὄρος συμβακχεύει*, auch Philostr. Im. I, 14: *ἡ γῆ, ἥγε καὶ συμβακχεύσει αὐτῷ (τῷ Διονύσῳ)*. Für einen solchen paßt auch das Haar der betreffenden Figur besonders gut, obgleich dann und wann jugendliche Berggötter auch langes Haar haben, namentlich der auf dem Endymionrelief bei Gerhard Ant. Bildw. Taf. XXXIX; dann auch die Tracht, nicht bloß Kranz und Rehfell, sondern auch Kothurne und Exomis, welche letztere um so weniger auf den untergeordneten Stand eines Hirten bezogen werden darf, als sie dem Dionysos selbst gegeben wurde. Aehnlich verhält es sich mit dem Kithäron bei Philostratos a. a. O., als dessen Schmuck der Epheukranz erwähnt wird, während von keinem Attribute, welches auf einen Jäger oder Hirten deuten könnte, die Rede ist.

Die Attribute der gewöhnlichen Repräsentanten der Berge sind von der Vegetation dieser oder ihrer sonstigen natürlichen Beschaffenheit hergenommen.

Daß man zu Ovid's Zeit die Berggötter in der Regel mit Baumlaub bekränzt dargestellt fand, erhellt aus der beachtenswerthen Stelle der Metamorphosen XI, 157 fg., wo es von Tmolus heißt:

Monte suo senior judex consedit, et aures
Liberat arboribus: quercu coma caerula tantum
Cingitur, et pendent circum cava tempora glandes.

Der Dichter fingirt offenbar, daß der Repräsentant des Tmolusberges mit Kränzen von den verschiedenen Bäumen, welche auf diesem wuchsen, versehen gewesen sei. Daß er darunter auch einen Kranz von Weinlaub voraussetzte, dürfte kaum zweifelhaft sein, da er selbst XI, 86 die vineta Tymoli erwähnt. Den Eichenlaub- und Eichelnkranz läßt er wohl grade deshalb dem Berggotte, welcher sich die Ohren möglichst



frei machen will, weil jener Kranz namentlich den Römern als der angesehenste galt. Der Stempelschneider der oben erwähnten Münzen von Sardes hat dem Tmolos richtiger das für diesen viel wichtigere und bezeichnendere Attribut des Weinlaubkranzes gegeben. Sonst zeigen die uns erhaltenen Berggottdarstellungen nur ausnahmsweise das Haupt bekränzt und in diesem Falle besonders mit einem Kranze von der Pinie oder Fichte.

Aus der oben dem Wortlaute nach mitgetheilten Stelle Ovid's scheint auch hervorzugehen, daß man die Berggötter dann und wann auch durch die Farbe des Haares charakterisirte, wie das sonst von den Wassergottheiten her bekannt ist. Da nun gerade diesen die caerula coma zugeschrieben wird (vgl. Ovid selbst Art. am. I, 224: coma caerula Tigris) und da, wie wir unten sehen werden, die Gottheiten der Berge mit Flüssen und Quellen mehrfach Attribute führen, welche nur diesen entsprechen, so könnte man annehmen, daß jene Haarfarbe mit diesem Umstande zusammenhänge. In der That entsandte auch der Tmolos einen nicht minder als er selbst berühmten Fluß, den Paktolos. Aber grade auf diesen, von dem auch der Name Chrysorrhoas bekannt ist, paßt das Epitheton caerulus durchaus nicht. Desgleichen ist sehr die Frage, ob hier der wenig bekannte Fluß Tmolos (Plin. Nat. hist. XXXIII, 126, Hesych. u. d. W. Τμῶλος), in welchem früher allein der kleine Wetzschieferstein, coticula, gefunden sein soll, in Betracht kommen könne. Also wird man anzunehmen haben, daß die coma caerula, welche unter den Berggöttern sicherlich nicht den Tmolos allein angeht, sich auf die Farbe des Laubes der Bäume, etwa auch auf die Wiesen und Felder bezieht,



wie ja Ennius bei Macrobius Sat. VI, 3 den Ausdruck caerula campi von diesen gebraucht.

Oefter haben die Berggötter einen Baumzweig im Arme, und zwar besonders einen von der Pinie. Auf einem Relief, nämlich auf dem bei Clarac a. a. O. II, 215, 39, gewahrt man deutlich in dem rechten Arme der Berggottheit einen Olivenzweig. Hier ist Prometheus, im Schatten eines Oelbaumes auf einer Anhöhe sitzend, mit der Bildung der ersten Menschen beschäftigt dargestellt, welche durch Athena belebt werden. Ohne Zweifel bezieht sich der Oelbaum und der Oelzweig im Arme der Localgottheit auf das Attische Land. Das Relief paßt bestens zu der Ansicht, daß die Sage von der Menschenbildung durch Prometheus von Athen ausgegangen ist (Weiske Prometheus und sein Mythenkreis S. 507 fg.); ebenso wie ein bekanntes Medaillon des Antoninus Pius (D. a. K. II, 65, 835), auf welchem der Menschen bildende Prometheus und Athena, die Gebilde belebend, dargestellt sind und hinter dieser der bekannte Oelbaum auf der Akropolis und die ebenso bekannte Schlange an ihm. Selbst auf dem Prometheusrelief in den Denkm. d. a. K. II, 65, 838, a und dem in Clarac's Mus. de sc. II, 215, 30 kann der Oelbaum bei Athena auf Athen als Stätte der Menschen-Bildung und Belebung hinweisen sollen. Was aber den Bergfelsen oder Hügel im Besonderen betrifft, so kann entweder der Hügel von Kolonos gemeint sein, wo Prometheus bekanntlich verehrt wurde, oder der Felsen der nachherigen Akropolis, die Stätte des Cultus der Athena und ihres heiligen Oelbaums. Ich möchte lieber dieses als jenes annehmen, zumal da auch der Kerameikos in der Nähe der Akropolis belegen war. — Dann und wann faßt der Berggott mit der einen Hand den

Baum, in dessen Nähe er dargestellt ist, oder er lehnt sich an diesen an. Ueberall hat, wo ein Baum auf dem Berge angegeben ist, der Berggott meist in der Nähe desselben seinen Platz. — Ein paar Male ist diesem anstatt des Baumzweiges ein Schilfstengel in den Arm oder die Hand gegeben, wie dem des Latmos auf dem Endymionrelief bei Clarac II, 165,72. Diesem Umstande entspricht, daß auf demselben Relief zwei Nymphen mit Schilfstengel dargestellt sind, auf einem anderen Endymionsrelief (Millin Gal. myth. pl. XXXV, n. 117) eine Najade anstatt des ganz weggelassenen Berggottes. Anderes hieher Gehörendes schon bei Jahn a. a. O. S. 64, der noch dazu darauf aufmerksam gemacht hat, daß bei dem Latmos auch die Urne der Wassergottheiten vorkomme[1]). Ferner hat der pinien-

[1]) Sicher scheint diese zu stehen auf dem Sarkophagrelief in Gerhard's Ant. Bildw. Taf. XXXVIII. Auch kann sie in diesem Falle, schwerlich dem Berggotte abgesprochen werden, obgleich dieser den rechten Arm nicht auf sie legt, sondern, wie es scheint mit einer Geberde der Aufmerksamkeit, erhebt. Ob die liegende Localgottheit des Sarkophagreliefs mit Endymion im Mus. Capitolinum IV, 24, welcher Jahn anstatt des Kranzes den Rand eines Gefäßes in die Linke zu geben geneigt ist, ein »Jüngling«, also der Berggott, sei, könnte, da Hirt im »Bilderbuche« Taf. V, n. 8 u. S. 38 eine Nymphe, die in der That mit der Linken eine Urne faßt, aus welcher Wasser strömt, abbildlich dargestellt und ausdrücklich bezeugt hat, nicht sicher zu stehen scheinen, wenn nicht Foggini im Texte zum Mus. Cap. p. 109, Platner in der Beschreib. d. Stadt Rom, III, S. 188, Righetti im Texte zu dem Kupferwerke über das Capitol. Mus. p. 142 in Uebereinstimmung mit der Abbildung auf Taf. CXL das männliche Geschlecht ausdrücklich bezeugten und auch die Abbildung in Armellini's Scult. d. Campid. I, 150 dasselbe wiedergäbe. Die Abbildungen bei Righetti und Armellini stimmen auch in Betreff des Gegenstandes, welchen die Figur mit der Linken hält, durchaus nicht

bekränzte Kithäron an dem Pariser Aktäonsarkophage bei Clarac Mus. de sc. II, 115, 68 einen Schilfstengel (»roseau«) in der linken Hand, wie Fröhner Mus. du Louvre, Not. de la sculpt. ant. I, p. 129, III, ausdrücklich angiebt. Das Relief betrifft die Zerreißung Aktäons durch seine Hunde innerhalb einer Grotte. Diese ist entweder dieselbe wie die, in welcher in einer anderen Darstellung an demselben Sarkophage, der bei Clarac II, 114, 67, die von Aktäon belauschte Artemis sich badet, oder eine der in unmittelbarer Nähe noch jetzt nachweisbaren, vgl. Bursian Geograph. von Griechenland Bd. I, S. 247, Anm. 5. In der an der zweiten Stelle erwähnten Darstellung läßt die über der Grotte sitzende Localgottheit, welche, wie wir gleich darthun werden, sicherlich auch als Kithäron zu fassen ist, das Wasser, in welchem sich Artemis badet, aus einer Urne strömen. Auf dem jetzt in Rede stehenden Relief, wo es sich nicht um die unmittelbare Darstellung des Wassers handelt, ist doch ganz passend in Beziehung auf dieses dem Berggott der Schilfstengel gegeben. Auf dem Prometheusrelief in den Denkm. d. a. K. II, 65, 838, b hält der Berggott des Kaukasos im rechten Arm ein Füllhorn, und zwar nach Zoëga's und Platner's Angabe ein leeres. O. Jahn bezog dieses auf die Wildheit und Oede des Gebirges, wogegen ich schon im Text zu den Denkm. gesprochen habe und nach dem kürzlich in der Abhandlung über ein Votivrelief aus Megara S. 28 fg., Anm. 38, über die Bedeutungslosigkeit der Leerheit des Füllhorns Bemerkten nicht weiter zu handeln

mit der Hirt'schen, sondern eher mit der im Mus. Capit. überein, nur daß auf jenen beiden kein Kranz, sondern, wenn auch nicht in ganz gleicher Weise, die runde Mündung einer Urne ohne Wasser dargestellt ist.

brauche. Auf der richtigen Fährte war schon Zoëga, welcher das Füllhorn auf den Reichthum der von dem Kaukasos herabströmenden Gewässer in Beziehung stellte. Die alten Künstler, selbst die der späteren Zeit, in welcher das Füllhorn namentlich bei den allegorischen Figuren so viel verwendet wurde, haben es entschieden vermieden, den bloßen Berggottheiten jenes als Attribut zu geben, während es bei den Flußgottheiten habituell ist. Daß das sehr passend ist, braucht nicht erst besonders bewiesen zu werden. Zoëga's Erklärung findet vielleicht eine directe Bestätigung durch das auf Prometheus bezügliche Sarkophagrelief bei Clarac II, 216, 31. Ich wenigstens weiß mir den Berggott, welchen der Beschauer hier rechts oben gewahrt, nicht anders zu deuten als durch die Annahme, daß derselbe nebst der ihm gesellten Nymphe aus der Darstellung des am Kaukasos gefesselten Prometheus mit herübergenommen ist, obgleich diese selbst ganz weggelassen ist. Jener Berggott hält aber, wie auch Fröhner Mus. du Louvre, Not. de la sc. ant., I, p. 440 bezeugt, eine Urne. Sollte indessen der Kaukasos hier nicht gemeint sein, so haben wir doch immer einen Berggott, der, weil er Wasser entsendet, zugleich durch ein habituelles Attribut eines Flußgottes charakterisirt ist. Oder wollte man für die betreffenden Fälle annehmen, daß man vielmehr einen Flußgott anzuerkennen habe? Was den Kaukasos anbetrifft, so wissen wir allerdings, daß grade auf seiner Höhe ein bedeutender Fluß entsprang, vgl. Aeschyl. Prometh. vinct. Vs. 717 fg. Allein in den betreffenden Fällen ist entschieden an erster Stelle ein Berggott bezeichnet. Man darf also höchstens von einem Bergwassergott sprechen. In diese Kategorie ge-



hört auch die schon oben berührte, mit einem Pinienkranz versehene Localgottheit an dem Pariser Aktäonssarkophag bei Clarac II, 114, 67, welche Fröhner a. a. O. p. 128, II, als Gott des Flusses Partheuios bezeichnet. Von dem Fluße dieses Namens kann nicht die Rede sein, sondern nur etwa von dem Parthenischen Quell, welcher bekannter ist unter dem Namen Gargaphie. Ovid giebt in den Metamorph. III, 155 fg. diesen Namen einer ganzen vallis, die er als piceis et acuta densa cupressu bezeichnet, was ganz zu der in Rede stehenden Reliefdarstellung paßt. Pausanias berichtet IX, 2, 3: *τοῖς δὲ ἐκ Μεγάρων ἰοῦσι πηγή τέ ἐστιν ἐν δεξιᾷ, καὶ προελθοῦσιν ὀλίγον πέτρα· καλοῦσι δὲ τὴν μὲν Ἀκταίωνος, καὶ ἐπὶ ταύτῃ καθεύδειν φασὶ τῇ πέτρᾳ τὸν Ἀκταίωνα ὁπότε κάμοι θηρεύων· ἐς δὲ τὴν πηγὴν ἐνιδεῖν λέγουσιν αὐτὸν λουομένης Ἀρτέμιδος ἐν τῇ πηγῇ.* Aus dieser Stelle erklären sich Aktäon und der auf dem Felsen ihm gegenübersitzende Berggott des Reliefs, den der Künstler die Quelle entsenden läßt. Fels und Quelle gehören aber, wie wir auch anderswoher wissen, zum Kithäron, und so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß mit jener Localgottheit der Repräsentant dieses Berges gemeint ist. — Vgl. außerdem die Abhandlung über ein Votivrel. aus Megara S. 19.

Abgesondert ist über das Attribut des Berggottes an der Ficoronischen Cista zu handeln, auch deshalb, weil die Gelehrten, welche die sicherlich richtige Ansicht hegen, daß die betreffende Figur sich auf einen solchen Gott beziehe, doch hinsichtlich der Deutung der Tänia, welche, von diesem mit der rechten Hand gehalten, in der Luft flattert, auseinandergehen. Die verschiedenen Ansichten hat O. Jahn in der archäol. Abhandlung »Die Ficoron. Cista« S. 18 fg. angeführt.

Gegen ihn habe ich einige Bemerkungen gerichtet in den Denkm. d. a. K., Bd. I des Textes, S. 67. Es läßt sich nicht leugnen, daß E. Braun's Ansicht, die Tänia des Berggottes sei ein Symbol der Spiele, die in der zu seinen Füßen ausgebreiteten Thalebene abgehalten worden sind oder abgehalten zu werden pflegen, an sich vielen Schein hat. Man erinnere sich nur an die bekannten Darstellungen von Agonenörtern (Müller Handb. d. Arch. §. 405, a. 5, wo aber die Münzen von Elis fälschlich angeführt sind). Freilich wirft Jahn ein, jene Spiele seien nur für die Erklärung erfunden. Allerdings ist der von Braun gewählte Ausdruck nicht passend. Von eigentlichen Spielen kann nicht die Rede sein. Aber nach der Sage sollte doch Amykos die bei ihm anlandenden Fremden lange Zeit hindurch zum Faustkampfe mit ihm getrieben haben. Wettkämpfe hatten mithin wiederholt stattgefunden, in denen Siege errungen waren. Die Wohnstätte des Amykos konnte also immerhin als ein, freilich nicht gewöhnlicher Agonenplatz betrachtet werden. Wer sich zu Jahn's Auffassungsweise bekennen kann, nach welcher die Tänia in der Hand des Gottes andeuten soll, daß selbst dieser Freude über den Sieg des Polydeukes empfinde, der wird schwerlich umhin können, anzunehmen, daß der Argonaut, welcher unmittelbar vor jenem die Amphora in den Sand zu stellen beschäftigt ist, um sich zu baden, kein anderer sei, als Polydeukes nach überstandenem Kampfe; denn auf diese Figur ist die Aufmerksamkeit des Gottes ganz allein gerichtet: ein Umstand, der, selbst wenn man Braun's Erklärungsweise folgt, einen besonderen Grund haben muß, und es bei der Jahn'schen ganz besonders *auffallend* erscheinen läßt, daß

die Localgottheit grade von der wichtigsten Scene, dem Siege des Polydeukes über Amykos, gar keine Notiz zu nehmen scheint.

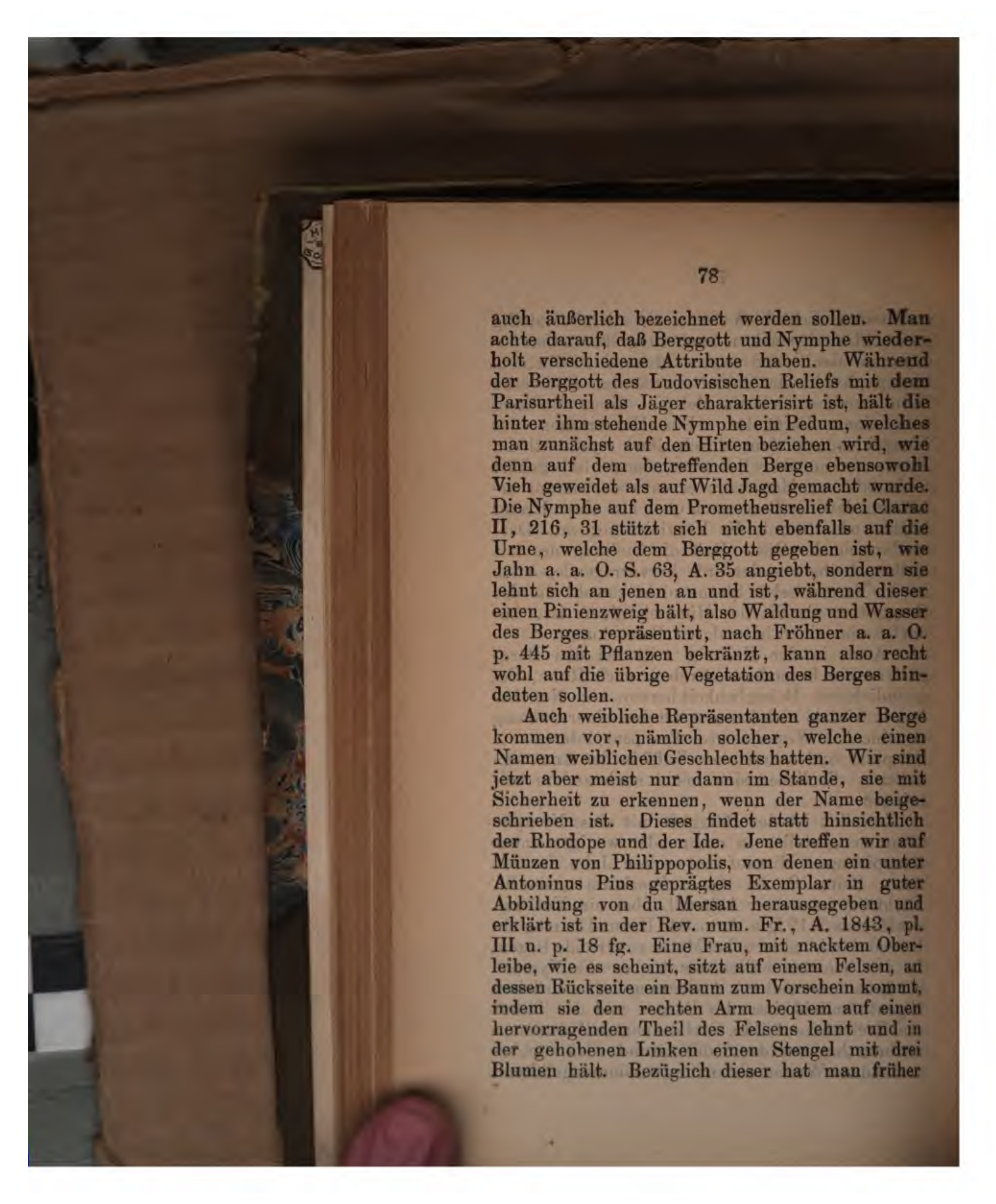
Hinsichtlich der Tracht ist über die erste Art der Berggötter schon zur Genüge die Rede gewesen. Die zu der anderen Art gehörenden sind entweder ganz nackt oder nur mit einem Epiblema (in der Regel einem Himation) versehen. Die totale Nacktheit, welche auch den Berggöttern der ersten Art nicht abgesprochen werden darf, findet sich nicht bloß bei jüngeren, sondern auch bei älteren Figuren. Das Gewand verhüllt in vielen Fällen den Körper so gut wie gar nicht. Die Weise der Anlegung, nach welcher der Oberkörper bloß bleibt und das Gewand nur um den unteren Theil dieses geschlagen ist (welche sich schon auf dem Saburoff'schen Votivrelief aus Megara findet), trifft man auch in späterer Zeit mehrfach, und zwar nicht bloß bei halbliegenden Figuren. Ausnahmsfälle, in denen auch der Oberkörper durch das Himation ganz oder zum Theil bedeckt ist, haben ihren besonderen Grund, z. B. das Greisenalter des Berggottes oder besondere Rauhigkeit des Klima auf der Berghöhe, wie bei dem personificirten Kaukasos. Das Motiv, daß der Hinterkopf durch das Himation verhüllt ist, welches man nicht selten bei älteren Flußgottheiten gewahrt, zeigt sich bei den Berggöttern nie. Ein Chiton, wie wir ihn bei dem Kithäron als Bakchanten gefunden haben, ist auch nicht in einem Falle mit Sicherheit nachzuweisen. Er fehlt ja auch bei den Flußgottheiten männlichen Geschlechts durchweg.

Die Stellung aller Berggottheiten ist entweder die sitzende oder die halbliegende. Jene kommt noch häufiger vor als diese. Während Fluß-

gottheiten nicht bloß wenn sie allein vorstellig gemacht sind, sondern auch in größeren Compositionen dann und wann stehend erscheinen, bieten uns die im Obigen erwähnten Bildwerke kein einziges sicheres Beispiel dieser Stellung von einem Berggotte. Das Hervorragen des Mosychlos aus dem durch ihn repräsentirten Berge (wenn dasselbe anzunehmen ist) gehört nicht hieher. Man kann es entweder daraus erklären, daß der Berg nach oben hin einen Krater hatte, oder durch die Vergleichung mit Darstellungen der Gäa. Daß die Stellung des mit halbem Leibe aus der Erde hervorragenden Atlas in der Farnese'schen Statue nicht sowohl die des Berggottes als die des Himmelsträgers ist, bedarf kaum einer besonderen Bemerkung.

Auch in der Haltung tritt bei den Berggöttern ein besonderes Streben nach Ruhe, Bequemlichkeit, Behaglichkeit hervor, eine Nonchalance, wie sie sich kaum sonst bei einer Gattung von idealen Wesen zeigt. Ein paar interessante Beispiele sind schon oben S. 67 in der Anm. signalisirt. Es ließen sich leicht noch andere beibringen.

Zuweilen ist der Berggott mit einer Nymphe zusammengestellt, in mehr oder weniger enger Gruppirung. Hierauf hat schon Jahn in den Arch. Beitr. S. 61 fg. aufmerksam gemacht. Nachträge in meiner Abhandl. über ein Votivrel. aus Megara S. 19 fg. u. Anm. 94. Hie und da mag ein besonderes künstlerisches Motiv zu Grunde liegen. In den meisten Fällen dient aber die Nymphe zur genaueren weiteren Andeutung der natürlichen Eigenthümlichkeiten des Berges und des Thuns und Treibens auf ihm, und die engere Zusammenstellung hat nur darin den Grund, daß die betreffenden Wesen als nahe zusammengehörend



auch äußerlich bezeichnet werden sollen. Man achte darauf, daß Berggott und Nymphe wiederholt verschiedene Attribute haben. Während der Berggott des Ludovisischen Reliefs mit dem Parisurtheil als Jäger charakterisirt ist, hält die hinter ihm stehende Nymphe ein Pedum, welches man zunächst auf den Hirten beziehen wird, wie denn auf dem betreffenden Berge ebensowohl Vieh geweidet als auf Wild Jagd gemacht wurde. Die Nymphe auf dem Prometheusrelief bei Clarac II, 216, 31 stützt sich nicht ebenfalls auf die Urne, welche dem Berggott gegeben ist, wie Jahn a. a. O. S. 63, A. 35 angiebt, sondern sie lehnt sich an jenen an und ist, während dieser einen Pinienzweig hält, also Waldung und Wasser des Berges repräsentirt, nach Fröhner a. a. O. p. 445 mit Pflanzen bekränzt, kann also recht wohl auf die übrige Vegetation des Berges hindeuten sollen.

Auch weibliche Repräsentanten ganzer Berge kommen vor, nämlich solcher, welche einen Namen weiblichen Geschlechts hatten. Wir sind jetzt aber meist nur dann im Stande, sie mit Sicherheit zu erkennen, wenn der Name beigeschrieben ist. Dieses findet statt hinsichtlich der Rhodope und der Ide. Jene treffen wir auf Münzen von Philippopolis, von denen ein unter Antoninus Pius geprägtes Exemplar in guter Abbildung von du Mersan herausgegeben und erklärt ist in der Rev. num. Fr., A. 1843, pl. III u. p. 18 fg. Eine Frau, mit nacktem Oberleibe, wie es scheint, sitzt auf einem Felsen, an dessen Rückseite ein Baum zum Vorschein kommt, indem sie den rechten Arm bequem auf einen hervorragenden Theil des Felsens lehnt und in der gehobenen Linken einen Stengel mit drei Blumen hält. Bezüglich dieser hat man früher

an Rosen gedacht. Du Mersan dagegen ist der Ansicht, daß die Pflanze Namens κιθάρα gemeint sei, von welcher Plutarch Moral. p. 1149, E., angiebt, daß sie auf dem Pangaeus oder auf der Rhodope wachse. *IΔH* ist auf zwei unter Caracalla geprägten Münzen mit der Darstellung der drei Göttinnen, über welche Paris sein Urtheil abgab, der Bedeutung des Namens »Waldgebirg, Waldung« entsprechend, als Weib dargestellt, welches die Zweige eines Baumes faßt, vgl. Mionnet Descr. d. méd. T. II, p. 670, n. 257, und Suppl. T. V, p. 580, n. 506. In der Beschreibung der zweiten Münze wird angegeben, das Weib sei en habit court. Ist dieses richtig, so hat man vielleicht an Jägertracht zu denken. Das Stehen der Figur — denn das hat man doch wohl anzunehmen — wird durch die von Mionnet ganz mißverstandene Handlung derselben und die Raumverhältnisse zu erklären sein.

Durch das Fassen eines Baumzweiges, welches wir oben bei männlichen Berggöttern signalisirt haben, findet sich auf der Nebenseite des Lateranensischen Niobidensarkophags (Garrucci Mus. Lat. III, Stark a. a. O. Taf. XIX, n. 2, Benndorf und Schöne a. a. O. S. 200) ein vollständig bekleidetes, auf Felsen liegendes Weib als Nymphe eines Bergwaldes charakterisirt. Um die Repräsentantin eines ganzen Berges handelt es sich hier gewiß nicht. Uebrigens sind auch deutlich charakterisirte Dryaden selbst in der späteren Kunst selten. Deshalb wollen wir nicht verabsäumen, gelegentlich auf ein von den classischen Archäologen leicht zu übersehendes Werk dieser Art aufmerksam zu machen. Wir meinen das in dem Walde bei Unterhainbach im Würtembergischen gefundene, in Wagener's Handb. der vorzüglichsten in Deutschland entdeckten Alter-

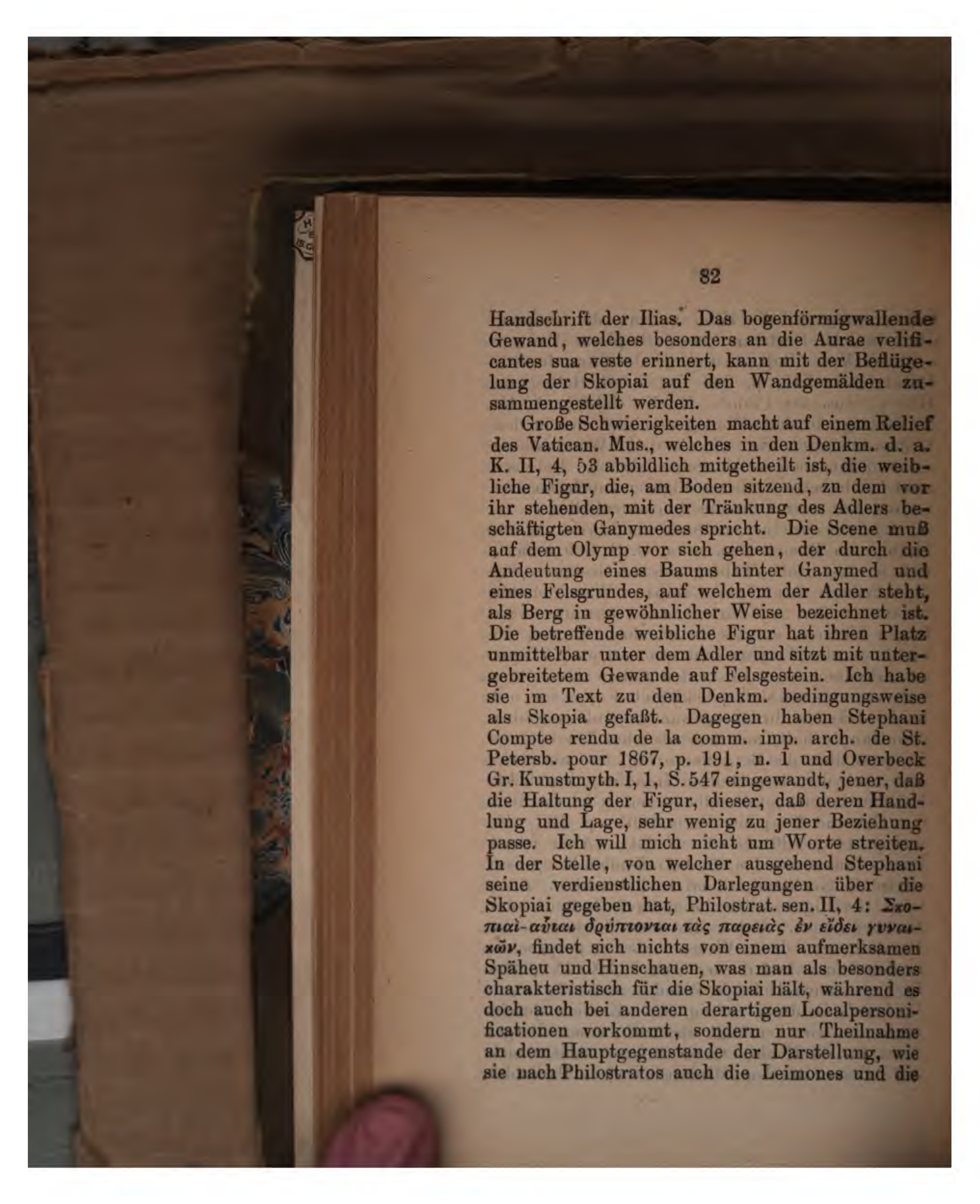
thümer aus heidn. Zeit, Taf. 128, n. 1238 abgebildete und S. 692 erwähnte, welches drei fast nackte, bekränzte Nymphen zeigt, von denen die eine, wie es scheint, ihren Arm um einen Baum legt, die beiden anderen einen Baumzweig in der Hand halten.

Stephani hat in der Schrift »Der ausruhende Herakles« S. 172, Anm., die Meinung ausgesprochen, daß die sonst allgemein als Arkadia gefaßte Figur auf dem bekannten Wandgemälde bei Helbig a. a. O. n. 1143 vielmehr für die Repräsentantin des Berges Parthenion zu halten sei, und jene Meinung auch noch in dem Bullet. hist.-phil. de l'Acad. de St.-Pétersbourg T. XII, 1855, p. 302, n. 81 geäußert. Deshalb kann ich dieselbe wohl nicht mit Stillschweigen übergehen. Ich meines Theils nehme schon wegen des weiblichen Geschlechts der Figur an der Erklärung Anstoß; außerdem auch wegen des Kranzes von rothen und weißen Rosen, den die Figur ums Haupt trägt, und wegen des neben ihr stehenden Korbes mit Granatäpfeln und Trauben, die doch wohl schwerlich als Erzeugnisse jenes Berges gelten können, endlich auch deshalb, weil mir kein anderes Beispiel bekannt ist, in welchem der Repräsentant eines bloßen Berges so in den Mittelpunkt der ganzen Composition gestellt wäre. Offenbar ist die Repräsentantin eines weit bedeutenderen und manichfache Erzeugnisse bietenden Locals gemeint, das allerdings vorzugsweise ein bergichtes war.

Für andere weibliche Figuren der Bildwerke, welche sich durch ihren Platz und ihre Attribute als auf den Berg oder Bergwald bezüglich bekunden, aber besondere Eigenschaften oder nur einzelne Bestandtheile jener angehen, hat die neuere Forschung Erkleckliches geleistet.

ch erinnere an die Echo und an die Skopiai, über welche letzteren zuerst Stephani Parerg. arch. XIV = Bull. hist.-phil. de l'Ac. de St.-Pétersb. T. XII, p. 300 fg., dann Helbig im Rhein. Mus. für Philol., N. F., Jahrgg. XXIV S. 502 fg., in den »Wandgemälden« und in den Untersuchungen über die Campan. Wandmalerei an verschiedenen Stellen gehandelt hat. Indessen sind auch betreffs dieser Figuren noch Zusätze zu machen oder Dunkelheiten aufzuhellen.

Ich will nur ein paar Punkte berühren. Wenn Helbig im Rhein. Mus. a. a. O. S. 520 äußert, daß wir die Entwickelung solcher Gestalten wie die *Σκοπιαὶ* über die Campan. Wandgemälde hinaus weder aufwärts noch abwärts verfolgen können, so möchte ich doch fragen, ob nicht an der Trajanssäule zweimal eine Skapia zu erkennen sei. In beiden Fällen handelt es sich um eine weibliche, bekleidete Figur, die mit beiden Händen ihr Obergewand bogenförmig über dem Haupte hält, mit dem obersten Theile ihres Körpers über den Berg hervorragt und aufmerksam nach der dargestellten Handlung hinblickt. Fröhner bezeichnet dieselbe in seiner Schrift über die Colonne Trajane, Paris 1865, p. 102, 28, und p. 148, 120 als »die Nacht«. Aber es ist kein Grund vorhanden, die betreffenden Ereignisse als in die Nachtzeit fallend zu betrachten. Auch trägt die Figur keine besonderen Indicien der Nacht an sich. Ueber die uns überkommenen Darstellungen dieses Wesens habe ich gesprochen in den Ann. d. Inst. di corr. arch. T. XXXIX, p. 204 fg. (vgl. auch Helbig's Wandg. n. 1953, wenn O. Jahn's Deutung richtig ist). Endlich spricht auch die Erscheinung oberhalb eines Berges nicht für die Nacht. Ganz anders verhält es sich mit dieser in den Miniaturen der Mailänder



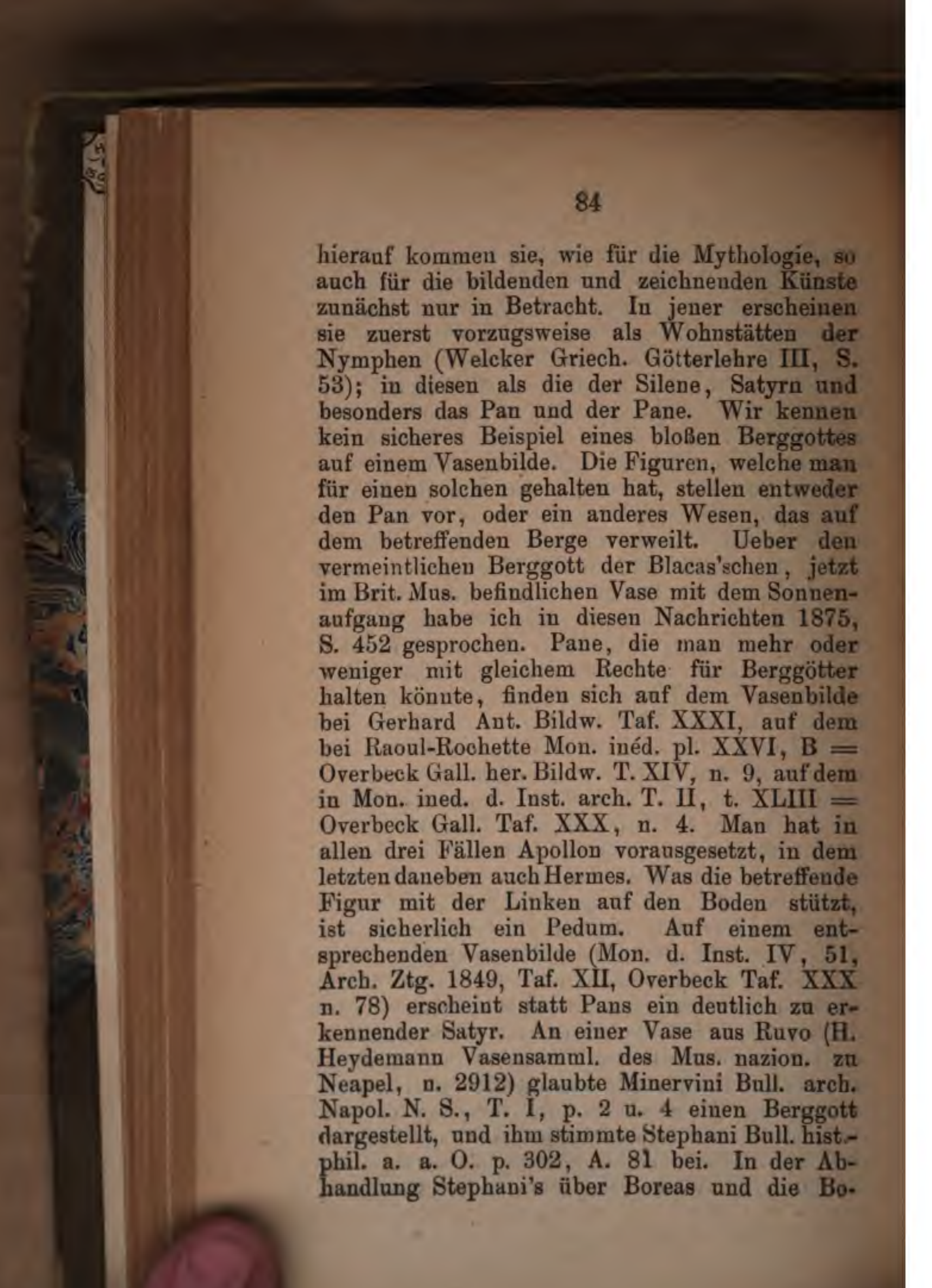
Handschrift der Ilias. Das bogenförmigwallende Gewand, welches besonders an die Aurae velificantes sua veste erinnert, kann mit der Beflügelung der Skopiai auf den Wandgemälden zusammengestellt werden.

Große Schwierigkeiten macht auf einem Relief des Vatican. Mus., welches in den Denkm. d. a. K. II, 4, 53 abbildlich mitgetheilt ist, die weibliche Figur, die, am Boden sitzend, zu dem vor ihr stehenden, mit der Tränkung des Adlers beschäftigten Ganymedes spricht. Die Scene muß auf dem Olymp vor sich gehen, der durch die Andeutung eines Baums hinter Ganymed und eines Felsgrundes, auf welchem der Adler steht, als Berg in gewöhnlicher Weise bezeichnet ist. Die betreffende weibliche Figur hat ihren Platz unmittelbar unter dem Adler und sitzt mit untergebreitetem Gewande auf Felsgestein. Ich habe sie im Text zu den Denkm. bedingungsweise als Skopia gefaßt. Dagegen haben Stephani Compte rendu de la comm. imp. arch. de St. Petersb. pour 1867, p. 191, n. 1 und Overbeck Gr. Kunstmyth. I, 1, S. 547 eingewandt, jener, daß die Haltung der Figur, dieser, daß deren Handlung und Lage, sehr wenig zu jener Beziehung passe. Ich will mich nicht um Worte streiten. In der Stelle, von welcher ausgehend Stephani seine verdienstlichen Darlegungen über die Skopiai gegeben hat, Philostrat. sen. II, 4: **Σκοπιαὶ-αὗται δρύπτονται τὰς παρειὰς ἐν εἴδει γυναικῶν**, findet sich nichts von einem aufmerksamen Spähen und Hinschauen, was man als besonders charakteristisch für die Skopiai hält, während es doch auch bei anderen derartigen Localpersonificationen vorkommt, sondern nur Theilnahme an dem Hauptgegenstande der Darstellung, wie sie nach Philostratos auch die Leimones und die

ymphen, und auf Bildwerken, so wie nach chriftstellen andere derartige Wesen zeigen. Iinsichtlich des Platzes der *κορυφὴ Οὐλύμ-ποιο* (Homer. Il. I, 499), auf welcher sich ja lie Behausung des Zeus befand, und der Theilnahme an der Handlung paßt, meine ich, lie betreffende Figur des Reliefs immerhin für eine Skopia. Aber die Schwierigkeit liegt nicht sowohl in der Findung eines zutreffenden speciellen Namens, als darin, daß von Berg- und Waldnymphen auf der höchsten Kuppe des Olympos sonst nichts verlautet, vgl. Homer. Il. XX, 4 fg., nebst Völcker »Ueber Homer. Geographie« S. 10. Dieses Letztere gilt nun auch von dem Baume, den der Künstler zur Andeutung eines Haines anbrachte. Danach läßt sich denn annehmen, daß auch die Berg- und Waldnymphe eben auf jener Auffassung des Olympos als gewöhnlicher Berg beruhe.

Wenden wir uns endlich noch zu der Frage, in welcher Zeit solche Personificationen aufgekommen seien, so müssen wir uns entschieden für die schon von Friederichs, Philostrat. Bilder S. 249, angedeutete und von Helbig in den oben erwähnten Schriften dargelegte Ansicht aussprechen, daß dieselben wesentlich erst der Epoche von Alexander dem Großen abwärts angehören. Freilich hat jüngst H. Brunn in der Schrift über die Bildw. des Parthenon S. 14 fg. und S. 30 fg. Darstellungen von personificirten Bergen schon in der Kunst des Phidias nachzuweisen versucht. Aber es ist ein wesentlicher Unterschied zu machen zwischen anderen Localpersonificationen und denen der Berge. Diese haben an sich etwas Todtes; Lebendiges und Lebenschaffendes wesentlich nur insofern, als sie Gedeihen gebendes Wasser spenden, Wald und Wiesen enthalten. In Beziehung

hierauf kommen sie, wie für die Mythologie, so auch für die bildenden und zeichnenden Künste zunächst nur in Betracht. In jener erscheinen sie zuerst vorzugsweise als Wohnstätten der Nymphen (Welcker Griech. Götterlehre III, S. 53); in diesen als die der Silene, Satyrn und besonders das Pan und der Pane. Wir kennen kein sicheres Beispiel eines bloßen Berggottes auf einem Vasenbilde. Die Figuren, welche man für einen solchen gehalten hat, stellen entweder den Pan vor, oder ein anderes Wesen, das auf dem betreffenden Berge verweilt. Ueber den vermeintlichen Berggott der Blacas'schen, jetzt im Brit. Mus. befindlichen Vase mit dem Sonnenaufgang habe ich in diesen Nachrichten 1875, S. 452 gesprochen. Pane, die man mehr oder weniger mit gleichem Rechte für Berggötter halten könnte, finden sich auf dem Vasenbilde bei Gerhard Ant. Bildw. Taf. XXXI, auf dem bei Raoul-Rochette Mon. inéd. pl. XXVI, B = Overbeck Gall. her. Bildw. T. XIV, n. 9, auf dem in Mon. ined. d. Inst. arch. T. II, t. XLIII = Overbeck Gall. Taf. XXX, n. 4. Man hat in allen drei Fällen Apollon vorausgesetzt, in dem letzten daneben auch Hermes. Was die betreffende Figur mit der Linken auf den Boden stützt, ist sicherlich ein Pedum. Auf einem entsprechenden Vasenbilde (Mon. d. Inst. IV, 51, Arch. Ztg. 1849, Taf. XII, Overbeck Taf. XXX n. 78) erscheint statt Pans ein deutlich zu erkennender Satyr. An einer Vase aus Ruvo (H. Heydemann Vasensamml. des Mus. nazion. zu Neapel, n. 2912) glaubte Minervini Bull. arch. Napol. N. S., T. I, p. 2 u. 4 einen Berggott dargestellt, und ihm stimmte Stephani Bull. hist.-phil. a. a. O. p. 302, A. 81 bei. In der Abhandlung Stephani's über Boreas und die Bo-



readen, wo S. 25 eine neue Deutung des Bildes gegeben wird, findet sich indessen keine ausdrückliche Erwähnung des Berggottes. Da es an einer Abbildung des Vasenbildes fehlt, muß ich dahin gestellt sein lassen, ob auch hier Pan gemeint sein kann. Die Tänia in den Händen der betreffenden Figur würde nach meinem Dafürhalten nicht durchaus entgegenstehen. Die Nymphen sind, auch nachdem die personificirten Berggötter aufgekommen waren, bis in die letzten Zeiten hinab in der Kunst neben diesen oder auch an ihrer Stelle Repräsentanten der Berge geblieben. Einen Satyr finden wir in dieser Eigenschaft noch auf einem Wandgemälde (s. oben S. 55). Die Personificationen der Berge werden allmälich immer mehr und mehr hinsichtlich der Attribute und attributiven Handlungen dem Pan und dem Silvan, den Nymphen und namentlich den Flußgottheiten genähert. Eins der ältesten uns bekannten Bildwerke mit der Darstellung eines Berggottes, der aber zugleich eine Art von Wassergottheit ist, zeigt uns diesen nicht als bloße Localgottheit, sondern als Wesen, das nicht weniger cultusfähig ist als die Flußgottheiten und Nymphen. Auch der Kithäron bei dem Farnese'schen Stier ist keinesweges nur eine kalte, abstracte Localpersonification. Solche Berggötter finden wir erst in der Römischen Zeit, aus welcher ja die große Mehrzahl von Beispielen stammt. Vermuthlich trug in dieser zum Aufkommen der in Rede stehenden Berggottdarstellungen wesentlich auch der Umstand bei, daß bei den Triumphen die Montes ebensowohl wie die Loca und Aquae und die Lacus, Castella, Amnes in Personificationen aufgeführt wurden, vgl. *Ovid. Art.* amat. I, 220 u. Trist. *IV, 2, 37 (Stellen, die* schon von Spence, Polymetis *p. 245, angeführt* sind).

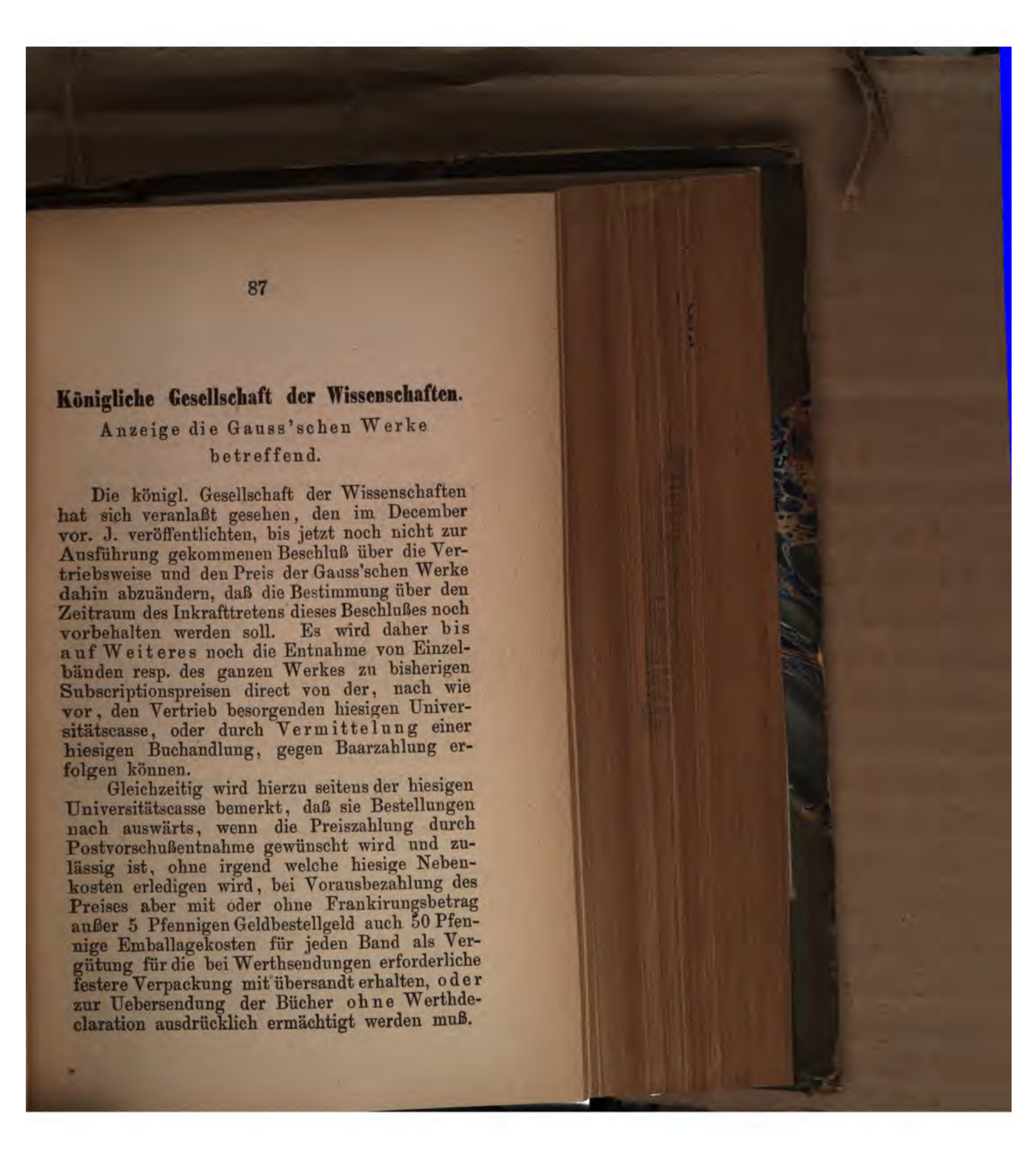
Universität.

Blumenbach'sches Stipendium.

Zufolge eines vom königl. Universitäts-Curatorium an die medicinische Facultät ergangenen Rescripts ist der verfügbare Fonds des Blumenbach'schen Stipendium auf 1980 RM. angewachsen, so daß dasselbe wiederum einem jungen, durch vorzügliche Geistesgaben sich auszeichnenden, aber unbemittelten Doctor medicinae als Reisestipendium zuerkannt werden kann. Competenten haben sich vor Ablauf eines halben Jahres an die medicinische Facultät zu Göttingen, welcher dieses Mal die Vertheilung zukömmt, zu wenden, derselben Zeugnisse über ihr Betragen und über ihren Mangel an Vermögen, so wie ihre Inaugural-Dissertation und was sie sonst etwa haben drucken lassen, portofrei einzusenden, dabei den Umfang und Zweck ihrer wissenschaftlichen Reise zu entwickeln. — Wer das Stipendium erhält, muß bestimmt dafür ein Jahr auf Reisen sein.

Göttingen am 12. Februar 1876.

Henle d. Z. Decan.



Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Anzeige die Gauss'schen Werke betreffend.

Die königl. Gesellschaft der Wissenschaften hat sich veranlaßt gesehen, den im December vor. J. veröffentlichten, bis jetzt noch nicht zur Ausführung gekommenen Beschluß über die Vertriebsweise und den Preis der Gauss'schen Werke dahin abzuändern, daß die Bestimmung über den Zeitraum des Inkrafttretens dieses Beschlußes noch vorbehalten werden soll. Es wird daher bis auf Weiteres noch die Entnahme von Einzelbänden resp. des ganzen Werkes zu bisherigen Subscriptionspreisen direct von der, nach wie vor, den Vertrieb besorgenden hiesigen Universitätscasse, oder durch Vermittelung einer hiesigen Buchandlung, gegen Baarzahlung erfolgen können.

Gleichzeitig wird hierzu seitens der hiesigen Universitätscasse bemerkt, daß sie Bestellungen nach auswärts, wenn die Preiszahlung durch Postvorschußentnahme gewünscht wird und zulässig ist, ohne irgend welche hiesige Nebenkosten erledigen wird, bei Vorausbezahlung des Preises aber mit oder ohne Frankirungsbetrag außer 5 Pfennigen Geldbestellgeld auch 50 Pfennige Emballagekosten für jeden Band als Vergütung für die bei Werthsendungen erforderliche festere Verpackung mit übersandt erhalten, oder zur Uebersendung der Bücher ohne Werthdeclaration ausdrücklich ermächtigt werden muß.

Vorräthig sind gegenwärtig:

1. Von der Ausgabe auf Druckpapier
   Band I im Preise von 12 Mark
   „ IV „ „ „ 15 „
   „ VI „ „ „ 20 „
2. Von der Ausgabe auf Schreibpapier (nur vollständig abzugeben)
   Band I bis VI incl. zu 122 Mark.

Göttingen 16. Februar 1876.

Die königl. Gesellschaft der Wiss.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten November und December 1875 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung).

Von Mojsvar, das Gebirge um Hallstadt. Th. I. (Abh. der geol. R. A. Bd. VI. Hft. 2. 1875. 4.

Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1875. Bd. XXV. Wien. 1875.

Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. No. 11—13. 1875.

Abhandlungen der histor. Classe der k. bayer. Akademie der Wissenschaften. Bd. XII. Abth. 3. Bd. XIII. Abth. 1. München. 1875. 4.

Almanach der k. bayer. Akad. der Wiss. für das Jahr 1875.

Buchner, über die Beziehungen der Chemie zur Rechtspflege. München. 1875. 4.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

16. Februar. № 4. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 5. Februar.

Schubert, Ueber die fünfpunctigen Tangenten einer Fläche $n$ter Ordnung. (Vorgelegt von Stern).
Schwarz, Ueber Minimalflächen, mit Vorzeigung von Modellen.
Falkenberg, Ueber das secundäre Dickenwachsthum von Mesembryanthemum (vorgelegt von Grisebach).

Lösung des Problems der fünfpunktigen Tangenten einer Fläche $n$ter Ordnung und der verwandten Probleme.

Vom

Gymnasiallehrer Dr. **Hermann Schubert** in Hildesheim.

Das Interesse, welches Salmon, Clebsch und andere Geometer den im Artikel 462 der Salmon-Fiedlerschen Raumgeometrie (II. Th. II. Aufl. pag. 578) aufgestellten, bisher aber ungelöst gebliebenen Problemen β, γ, δ, ε, ζ zugewandt haben, veranlaßt mich, meine Lösung dieser Probleme der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften hierdurch mitzutheilen.

Ich bestimmte die durch diese Probleme geforderten Anzahlen im November 1875, als ich nach Beispielen zu meinen allgemeinen Correspondenzsätzen*) suchte. Bei dieser Gelegenheit gewann ich nacheinander:

I) aus der Ordnungszahl n einer sogenannten allgemeinen Fläche $n$ter Ordnung F_n durch meine Punktepaar-Formeln vierter Dimension die bekannten auf die ∞^3 gewöhnlichen Tangenten bezüglichen Anzahlen (Rang der Fläche);

II) aus diesen Anzahlen durch meine Punktepaar-Formeln dritter Dimension die größtentheils bekannten auf die ∞^2 Haupttangenten und die ∞^2 Doppeltangenten bezüglichen Anzahlen;

III) aus diesen Anzahlen durch meine Punktepaar-Formeln zweiter Dimension die größtentheils von Salmon**) (zuerst in Cambr. a. Dubl. Math. Journ. vol. IV, pag. 260, dann namentlich in den Phil. Trans. pag. 239, 1860), Clebsch (Borch. Journ. Bd. 58, pag. 93), und Sturm (Borch. Journ. Bd. 72, pag. 350) bestimmten Anzahlen, welche sich auf die vierpunktigen Tangenten, auf die an einer Stelle dreipunktig, an einer andern

*) Diese Correspondenzsätze sind in der Gestalt von Punktepaar-, Ebenenpaar- und Strahlenpaar-Formeln in einer Abhandlung enthalten, welche unter dem Titel „Allgemeingültige Formeln und Vorstellungen der abzählenden Geometrie den Xten Band der Math. Ann. beginnen wird, und zwar als die erste von drei Abhandlungen, welche unter dem Titel „Beiträge zur abzählenden Geometrie" zusammengefaßt werden.

**) Eine Zusammenstellung der Formeln und ein genaues Literaturverzeichniß giebt Painvin in Darboux *Bull. IV*, 91—97, dieses Literaturverzeichniß ist in den *Fortschr.* d. Math. Bd. 5, pag. 330 abgedruckt.

Stelle zweipunktig berührenden Tangenten, und auf die an drei Stellen zweipunktig berührenden Tangenten einer F_n beziehen;

IV) aus diesen Anzahlen durch meine Punktepaar-Formel erster Dimension die noch unbekannten Anzahlen β, γ, δ, ε, ζ, wo

1) β angiebt, wieviel fünfpunktig,
2) γ angiebt, wieviel an einer Stelle vierpunktig, an einer andern Stelle zweipunktig,
3) δ angiebt, wie viel an zwei Stellen dreipunktig,
4) ε angibt, wie viel an einer Stelle dreipunktig, an zwei andern Stellen zweipunktig,
5) ζ angiebt, wieviel an vier Stellen zweipunktig berührende Tangenten eine allgemeine Fläche $n$ter Ordnung F_n besizt.

Die eben unter III genannten Probleme sind im Artikel 447 von Salmon-Fiedler's Raumgeometrie (II. Th. II. Aufl.) aufgestellt, und in den folgenden Artikeln algebraisch gelöst, aber die unter IV genannten 5 Probleme sind im Artikel 462 desselben Werkes mit den von uns eben eingeführten Bezeichnungen $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta$ ohne Lösung aufgestellt.

Der Kürze wegen beschränke ich mich hier auf die unter IV genannten Herleitungen der noch unbekannten Zahlen β, γ, δ, ε, ζ. Bemerkenswerth ist, daß in meiner Abzählungsmethode diese Herleitungen ebenso leicht sind, wie die unter I, II, III genannten zu bekannten Resultaten führenden Herleitungen.

Zunächst leiten wir die im Folgenden 9mal

angewandte Punktepaar-Formel erster Dimension aus dem gewöhnlichen Correspondenzprincip im Ebenenbüschel ab.

Wir verstehen unter Punktepaar (x, y) ein Gebilde, welches aus zwei Punkten x und y, und ihrer Verbindungsgeraden z besteht, unter Coincidenz u des Punktepaares (x, y) ein solches spezielleres Punktepaar (x, y), wo die Punkte x und y unendlich nahe liegen, während ihre Verbindungsgerade z vollkommen bestimmt bleibt. Ist dann ein System von ∞^1 Punktepaaren (x, y) gegeben, und bezeichnen jetzt x, y, z, u zugleich auch Zahlen, und zwar

x die Zahl der Paare des Systems, welche ihren Punkt x auf einer gegebenen Ebene besitzen,

y die Zahl der Paare des Systems, welche ihren Punkt y auf einer gegebenen Ebene besitzen,

z die Zahl der Paare des Systems, welche ihren Verbindungsstrahl z eine gegebene Gerade schneiden lassen,

u die Zahl der im Systeme vorhandenen Coincidenzen, so besteht zwischen diesen 4 Zahlen x, y, z, u immer die Relation:

$$x + y - z = u.$$

Denn in einem beliebigen Ebenenbüschel giebt es dann nach dem gewöhnlichen Correspondenzprincip $x + y$ Ebenen, von denen jede zwei ein Paar (x, y) des Systems bildende Punkte besitzt. Diese Ebenen sind aber erstens diejenigen zEbenen, welche durch die Axe des Ebenenbüschels und die z sie schneidenden Verbindungsgeraden von Punktepaaren des Systems

legt werden können, und zweitens diejenigen Ebenen des Ebenenbüschels, welche durch die Punkte gehen, in denen Punktepaare des Syems Coincidenzen bilden. Die nunmehr beiesene Punktepaar-Formel erster Dimension soll n Folgenden neunmal mit Beibehaltung der ben eingeführten Zeichen x, y, z, u angewenlet werden.

Wir gehen jetzt zu den Zahlen über, aus lenen die Zahlen β, γ, δ, ε, ζ hergeleitet werden sollen.

Im Anschluß an Salmon-Fiedler (Art. 447) bezeichnen wir

1) mit a jede vierpunktige Tangente der F_n,
2) mit b jede an einer Stelle dreipunktig, an einer andern Stelle zweipunktig berührende Tangente der F_n,
3) mit c jede an drei Stellen zweipunktig berührende Tangente der F_n,

und mit denselben Zeichen a, b, c die Gradzahlen der bezüglich von den Tangenten a, b, c gebildeten Regelflächen.

Ferner soll ein mit dem Index i versehener Buchstabe a, b oder c jeden Punkt bezeichnen, in welchem eine Tangente a, b oder c mit F_n i Punkte gemein hat, und jedes Symbol a_i, b_i oder c_i zugleich auch die Ordnung der bezüglich von den Punkten a_i, b_i, c_i auf F_n gebildeten Curven.

Dieser Bezeichnung gemäß, hat man also z. B. unter der Zahl c_1 die Ordnung derjenigen Curve zu verstehen, welche auf F_n von den sämmtlichen einfachen Schnittpunkten aller ∞^1 dreifachen Tangenten gebildet wird.

Die Zahlen a, a_4, b, b_3, b_2, c, c_2 sind be-

kannt (Salmon-Fiedler, Art. 447, 458, 459, 460, 461), und zwar ist, wie auch des Verfassers Berechnungen bestätigt haben:

$$a = 2n(n-3)(3n-2)$$
$$a_4 = n(11n-24)$$
$$b = n(n-3)(n-4)(n^2+6n-4)$$
$$b_3 = n(n-4)(3n^2+5n-24)$$
$$b_2 = n(n-2)(n-4)(n^2+2n+12)$$
$$c = \tfrac{1}{8}n(n-3)(n-4)(n-5)(n^2+3n-2)$$
$$c_2 = \tfrac{1}{2}n(n-2)(n-4)(n-5)(n^2+5n+12).$$

Die Zahlen a_1, b_1, c_1 sind, soviel ich weiß, noch nicht berechnet. Sie bestimmen sich aus den eben angegebenen Zahlen ohne Schwierigkeit durch folgende Ueberlegung. Die Schnittcurve der F_n mit jeder der von den Tangenten a, b und c gebildeten drei Regelflächen enthält jeden Punkt, welcher zugleich auf F_n und auf einer solchen Tangente liegt, und zwar so oft, als in ihm die Tangente und die F_n gemeinsame Punkte besitzen, sonst aber enthält diese Schnittcurve keine Punkte auf F_n. Daher ist:

$$n.a = 4.a_4 + a_1$$
$$n.b = 3.b_3 + 2b_2 + b_1$$
$$n.c = 2.c_2 + c_1$$

Hieraus erhält man nach Substitution der oben angegebenen Werthe:

$$a_1 = 2n(n-4)(3n^2+n-12)$$
$$b_1 = n(n-4)(n-5)(n^3+6n^2-n-24)$$
$$c_1 = \tfrac{1}{3}n(n-4)(n-5)(n-6)(n^3+3n^2-2n-12).$$

Eine kleine Controle bei dieser Berechnung erhält man dadurch, daß der Werth von a_1 den Faktor $n-4$, der Werth von b_1, den Faktor $n-5$, der Werth von c_1 den Faktor $n-6$ gewinnen muß, weil auf einer Fläche 4ter Ordnung die Tangenten a, auf einer Fläche 5ter Ordnung die Tangenten b, auf einer Fläche 6ter Ordnung die Tangenten c keine einfachen Schnittpunkte besitzen können.

Wir wenden nun die oben bewiesene Punktepaar-Formel auf jedes der 9 Systeme von ∞^1 Punktepaaren an, welche gebildet werden:

von je zwei auf ein und derselben

1) Tangente a liegenden Punkten a_4 und a_1,
2) Tangente a liegenden Punkten a_1 und a_1,
3) Tangente b liegenden Punkten b_3 und b_2,
4) Tangente b liegenden Punkten b_3 und b_1,
5) Tangente b liegenden Punkten b_2 und b_1,
6) Tangente b liegenden Punkten b_1 und b_1,
7) Tangente c liegenden Punkten c_2 und c_2,
8) Tangente c liegenden Punkten c_2 und c_1,
9) Tangente c liegenden Punkten c_1 und c_1.

Dann erhalten wir:

1) aus dem ersten Systeme, wo die Zahl der Coincidenzen u die Zahl β der fünfpunktigen Tangenten *ist, die Formel:*

1) $a_4(n-4) + a_1 - a(n-4) = \beta$.

2) aus dem zweiten Systeme, wo x $= a_1(n-5)$ und $z = a(n-4)(n-5)$ jeder der $n-4$ einfachen Schnittpunkte m der $n-5$ übrigen einfachen Schnittpun Punktepaar liefert, und jeder Punkt ein res sowohl als Punkt x, wie auch als I aufzufassen ist, die Formel:

2) $2a_1(n-5) - a(n-4)(n-5) = \gamma$

3) aus dem dritten Systeme die For

3) $b_3 + b_2 - b = \beta$.

4) aus dem vierten Systeme die For

4) $b_3(n-5) + b_1 - b(n-5) = \gamma$.

5) aus dem fünften Systeme, wo die der Coincidenzen gleich der doppelt zahl der an zwei Stellen dreipunktig be den Tangenten ist, die Formel:

5) $b_2(n-5) + b_1 - b(n-5) = 2\delta$.

6) aus dem sechsten Systeme, wo $= b_1(n-6)$ und $u = 2\varepsilon$ ist, die Form

6) $2b_1(n-6) - b(n-5)(n-6) = 2\varepsilon$

7) aus dem siebenten Systeme, wo $x =$ ist, da jedem Berührungspunkte einer dr Tangente zwei auf ihr liegende andere rungspunkte entsprechen, die Formel:

*) Die Bedeutung von x, y, z, u ist oben *Beweise* der Punktpaar-Formel angegeben.

$$4c_2 - 6c = \gamma.$$

8) aus dem achten Systeme, wo $x = c_2(n-6)$ und $y = 3c_1$ ist, weil einem einfachen Schnittpunkte einer dreifachen Tangente drei auf ihr liegende Berührungspunkte entsprechen, die Formel:

$$8) \quad c_2(n-6) + 3c_1 - 3c(n-6) = \varepsilon.$$

9) aus dem neunten Systeme, wo u gleich der vierfachen Zahl der vierfachen Tangenten ist, die Formel:

$$9) \quad 2c_1(n-7) - c(n-6)(n-7) = 4\zeta.$$

Führt man in diese neun Formeln die oben abgeleiteten Werthe für a_1, b_1, c_1, ein, nämlich:

$$a_1 = n.a - 4a_4$$
$$b_1 = n.b - 3b_3 - 2b_2$$
$$c_1 = n.c - 2c_2,$$

so erhält man β, γ, δ, ε, ζ ausgedrückt durch die Salmonschen Zahlen a, a_4, b, b_3, b_2, c, c_2, nämlich:

$$1) \ \beta = a_4(n-8) + 4a$$
$$= b_3 + b_2 - b.$$

$$2) \ \gamma = (n-5)[a(n+4) - 8a_4]$$
$$= b_3(n-8) - 2b_2 + 5b$$
$$= 4c_2 - 6c.$$

$$3) \ \delta = \tfrac{1}{2}b_2(n-7) - \tfrac{3}{2}b_3 + \tfrac{5}{2}b.$$

4) $\varepsilon = (n-6)[\frac{1}{2}b(n+5) - 3b_3 - 2b_2]$
$\quad = c_2(n-12) + 18c.$

5) $\zeta = (n-7)[\frac{1}{4}c(n+6) - c_2].$

Nach Substitution der bekannten, oben angegebenen, durch n ausgedrückten Werthe von a, a_4, b, b_3, b_2, c, c_2 in diese Formeln erhält man schließlich:

1) zweimal das Resultat:
»Eine F_n besitzt

$$5n(n-4)(7n-12)$$

fünfpunktig berührende Tangenten«.

2) dreimal das Resultat:
»Eine F_n besitzt

$$2n(n-4)(n-5)(n+6)(3n-5)$$

an einer Stelle vierpunktig, an einer andern Stelle zweipunktig berührende Tangenten«.

3) einmal das Resultat:
»Eine F_n besitzt

$$\tfrac{1}{2}n(n-4)(n-5)(n^3+3n^2+29n-60)$$

an zwei Stellen dreipunktig berührende Tangenten«.

4) zweimal das Resultat:
»Eine F_n besitzt

$$\tfrac{1}{2}n(n-4)(n-5)(n-6)(n^3+9n^2+20n-60)$$

an einer Stelle dreipunktig und an zwei Stellen zweipunktig berührende Tangenten.

5) einmal das Resultat:

»Eine F_n besitzt

$\frac{1}{12}n(n-4)(n-5)(n-6)(n-7)(n^3+6n^2+7n-30)$ an vier Stellen zweipunktig berührende Tangenten.

Ueber das secundäre Dickenwachsthum von Mesembryanthemum.

Von

Dr. P. Falkenberg.

Lestiboudois hat in den Jahren 1872 und 1873 mehrfach Mittheilungen gemacht über Pflanzen „mit heterogener Structur des Stengels", bei denen neben dem normalen Fibrovasalstrangkreis der Dicotylen eine exogene Bildung von Fibrovasalsträngen als secundärer Wachsthumsproceß auftritt. Er kam bei seinen Untersuchungen zu dem Resultat*), daß bei keiner der von ihm untersuchten Mesembryanthemeem „wirklich heterogene Structur" vorkommt. Auch Warming**) welcher in Just's botan. Jahresbericht über Lestiboudois Untersuchungen referirt, nimmt bei Mesembryanthemum „den normalen Dicotylenbau" an. Ebenso scheint Hagen***) nichts abnormes im Bau des

*) Comptes rendus, Tome LXXVI pag. 195.

**) Just, botan. Jahresbericht 1873. pag. 238.

***) Untersuchungen über die Entwickelung und Anatomie der *Mesembryanthemeen* (Dissertation) Bonn 1873.



Mesembryanthemum-Stengels gefunden zu haben. Nichts destoweniger besitzt derselbe einen „heterogenen Bau", der an sämmtlichen untersuchten Species, nemlich an M. filicaule Haw., bulbosum Haw., lupinum Haw., Lehmanni Eckl. u. Zeyh., echinatum Ait., umbellatum L., spectabile Haw., rubricaule Haw., floribundum Haw. nachgewiesen werden konnte und daher mit großer Wahrscheinlichkeit ein der ganzen Gattung gemeinsamer Charakter ist.

Auf dem Querschnitt durch einen Stengeltheil von Mesembryanthemum zu einer Zeit, wo ein secundäres Dickenwachsthum noch nicht in ihm aufgetreten ist, läßt sich die Rinde deutlich von dem Centralkörper unterscheiden: ihre sehr großen Zellen grenzen unmittelbar an die durch ihre Kleinheit ausgezeichneten peripherischen Zellen des Centralcylinders. In dem Centralcylinder verlaufen die Blattspurstränge derart, daß sie, der decussirten Blattstellung entsprechend, auf dem Querschnitt ungefähr die Seiten eines Oblongums bilden, dessen kürzere Seiten den Insertionslinien des an dem betreffenden Internodium stehenden Blattpaares opponirt liegen. Die Fibrovasalstränge der Blattspuren sind geschlossene und als solche jeder secundären Verdickung unfähig. Sie werden niemals durch Interfascicularcambium verbunden und bleiben stets isolirt.

Die secundäre Verdickung des Stengels von Mesembryanthemum beruht auf der Thätigkeit eines Meristemringes, welcher sich in den äußersten Schichten des Centralcylinders ausbildet, in der zwischen der Rinde und den Fibrovasalsträngen gelegenen Gewebezone. Der Meristemring fungirt nach seiner Anlage vollkommen wie eine echte Cambiumschicht, indem die nach innen gelegenen Zellen derselben zu Dauerzellen

werden, während der Zelltheilungsproceß centrifugal fortschreitet. So entsteht ein secundärer Holzcylinder von sehr verschiedenem Bau. Derselbe wird bei Mesembryanth. rubricaule und M. spectabile nur aus stark verdickten Holzfasern gebildet, zwischen denen Gefäße bei dem untersuchten Material nicht vorkamen. Da indessen Lestiboudois ausdrücklich von Gefäßen im Holze von M. spectabile berichtet, so ist es, — wenn anders er überhaupt richtig bestimmtes Material zur Untersuchung benutzte — wahrscheinlich, daß im späteren Alter von der Meristemschicht auch Gefäße gebildet werden. Bei allen anderen untersuchten Species fanden sich Gefäße im secundären Holz, und zwar bei M. filicaule vereinzelte und unregelmäßig zerstreute, wogegen sie bei M. umbellatum, echinatum, Lehmanni, bulbosum und lupinum zu mehr oder weniger geschlossenen Bündeln vereinigt auftreten. Wo das letztere der Fall ist, finden sich im secundären Holze auch Cambiformbündel, welche regelmäßig sich unmittelbar an die äußere Seite eines Gefäßbündels anlegen, so daß die zuletzt angeführten Species ein Holz besitzen in welchem sich in einem Grundgewebe vollkommen gesonderte Fibrovasalstränge finden, gebildet aus einem inneren Gefäßtheil und einem äußeren Cambiformtheil. Diese vollkommen ausgebildeten Stränge im Holz von M. umbellatum, echinatum, Lehmanni, bulbosum und lupinum müßen als stammeigene bezeichnet werden, ebenso wie die vereinzelten Gefäße im Holze von M. filicaule und M. floribundum stammeigene sind, die mit dem primären Blattspurskelett des Stengels in keinerlei Zusammenhang stehen. — Die Grundmasse des secundären Gewebes, in der die stammeigenen Fibrovasalmassen eingebettet liegen, besteht nicht immer wie bei M.

spectabile, filicaule, rubricaule und floribundum nur aus Holzfasern, sondern die letzteren werden in verschiedenem Grade durch zartwandiges Parenchym ersetzt, das sich vorzugsweise in der nächsten Umgebung der Cambiformzellen der stammeigenen Stränge ausbildet. Wo die Parenchymbildung reichlicher auftritt, wie bei M. Lehmanni, geschieht es häufig, daß zwischen den Parenchymmassen, welche die Cambiformzellen zweier benachbarter, gleichweit vom Centrum des Stengels entfernt gelegenener Fibrovasalstränge begleiten, gar keine Holzfasern zur Ausbildung gelangen. So entstehen unregelmäßig unterbrochene concentrisch angeordnete Schichten von Paremchym, welche die festere aus Holzfasern gebildete Masse durchsetzen. Auf dem unregelmäßigen Wechsel von verholzten und zartwandigen Elementen beruht die auf dem Querschnitt sich zeigende unregelmäßige Schichtung des Holzes, welche Lestiboudois beobachtete und die allein seine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte.

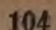
Ein unmittbares Zusammenstoßen radial hinter einander gelegener Parenchymgruppen kommt sehr selten vor, da die Holzfasern stets auf der inneren Seite der Fibrovasalstränge auftreten und so die Berührung zweier auf demselben Radius liegender Parenchymmassen verhindern. Wie bei manchen Species von Mesembryanthemum gar kein Parenchym im secundären Holze entwickelt wird, so finden sich umgekehrt gar keine Holzfasern bei M. lupinum. Hier wird die gesammte secundär erzeugte Grundgewebemasse von zartwandigem Parenchym gebildet, dem zerstreut Fibrovasalstränge aus Gefäßen und Cambiformzellen bestehend eingelagert sind.

keiner der untersuchten Species fanden

sich Bastfasern, weder in den primären Stengelgeweben, noch unter den Produkten der secundären Verdickung. — Ebensowenig fand sich im secundären Holz irgend welches Aquivalent für die dem typischen Dicotylenstengel eigenthümlichen Markstrahlen.

Sucht man nach Analogieen für den vom normalen Dicotylentypus so sehr abweichenden Bau des Mesembryanthemumstengels so finden sich solche in den von Sachs (Lehrbuch IV. Aufl. pg. 626) als mit exogenen, stammeigenen Strängen versehen angeführten Gattungen Mirabilis, Amaranthus, Atriplex und Phytolacca. Läßt man Phytolacca unberücksichtigt, bei der noch andere Verhältnisse complicirend einwirken, so stimmt in der That der Bau des fertigen Holzcylinders nicht nur der genannten Gattungen sondern auch der von Allionia nyctaginea *) Oxybaphus ovatus *), Oxybaphus viscosus, Boerhavia plumbaginea, auf das genaueste mit dem Holzcylinder verschiedener Mesembryanthemumspecies überein, indem einer bald holzig-prosenchymatischen bald zartwandig — parenchymatischen Grundmasse vollständige, stammeigene Fibrovasalstränge eingelagert sind, die aus Gefäßen und vor denselben liegenden Cambiformzellen gebildet werden. Wie bei Mesembryanthemum fehlen allen genannten Pflanzen Markstrahlen, dagegen werden zwischen seitlich benachbarten Fibrovasalsträngen die Holzfasern durch Parenchym ersetzt. Dies ist z. B. der Fall bei Chenopodium viride und Oxybaphus ovatus, wodurch ein unregelmäßig geschichtetes Holz, wie bei Mesembryanthemum zu Stande kommt. Allerdings konnte bei den genannten Pflanzen der gegenwärtigen Jahres-

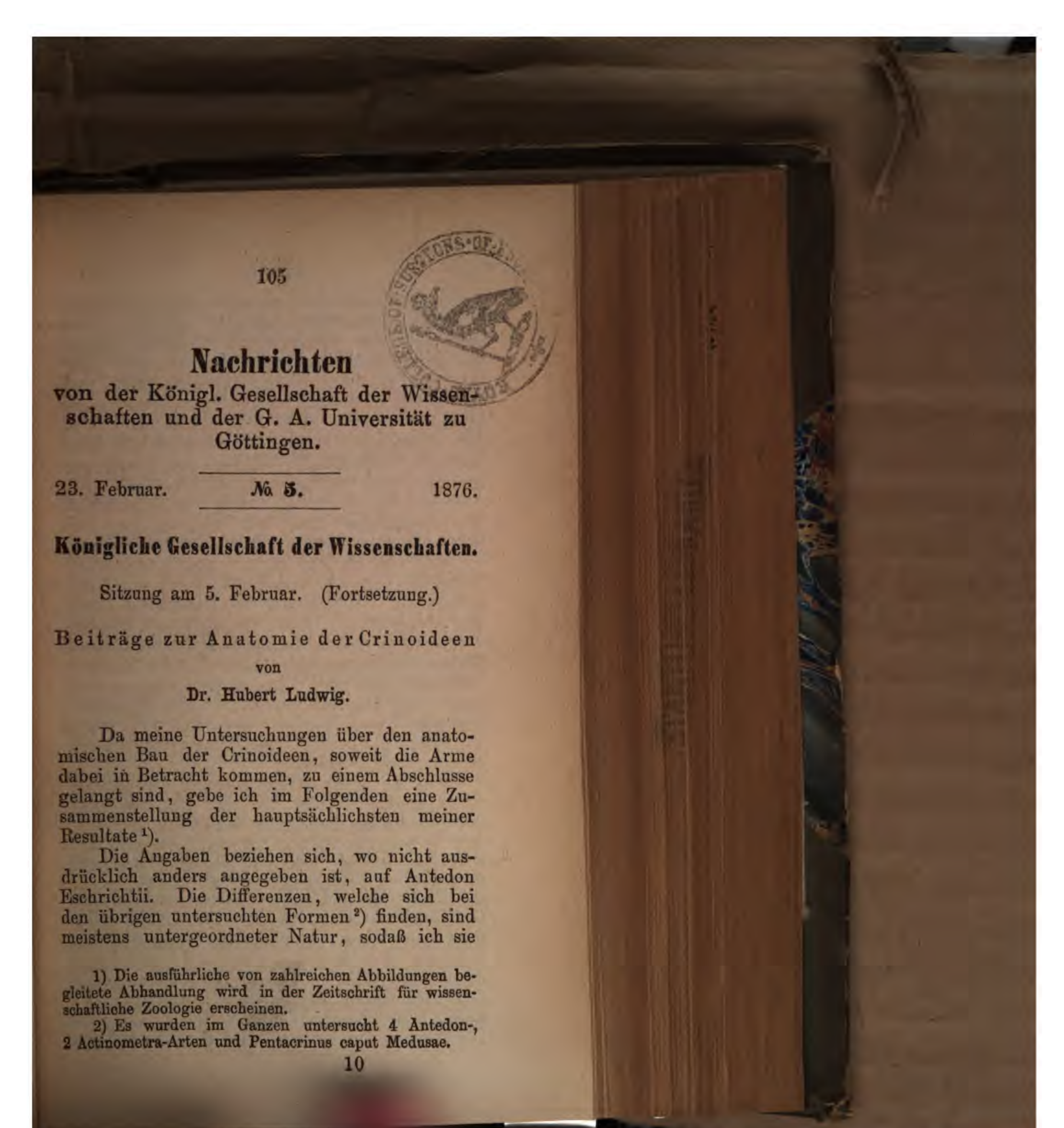
*) *Nach Unger's Abbildungen* in „Bau u. Wachsthum *des Dicotylen-Stammes*“.



zeit halber noch nicht constatirt werden, ob die Bildung des Meristemringes der primäre, das Auftreten der stammeigenen Fibrovasalstränge der secundäre Proceß ist, oder ob nicht der Anstoß zur Bildung der Meristemschicht von den zuerst gebildeten stammeigenen Fibrovasalsträngen ausgeht. Der vollkommen mit dem von Mesembryanthemum übereinstimmende Modus der Verdickung, das von den Blattspursträngen und stammeigenen Fibrovasalsträngen unabhängige Auftreten einer peripherischen Meristemschicht, ließ sich vorläufig nur bei Aërva sanguinolenta mit Sicherheit feststellen.

Mag nun bei den übrigen oben angeführten Gattungen die peripherische Meristemschicht selbständig auftreten oder ihre Entstehung durch das Auftreten der ersten stammeigenen Stränge veranlaßt werden, so ist der Bau des secundären Holzes der Mesembryanthemeen, Nyctagineen Amaranthaceen und Chenopodeen ein so constant und übereinstimmend von dem normalen dicotylen Typus abweichender, daß man kaum annehmen kann, daß diese Uebereinstimmung eine rein zufällige sei.

Was die systematische Stellung von Mesembryanthemum betrifft, so sind die Ansichten der Systematiker darüber so abweichend gewesen, daß es beinahe als ein „genus incertae sedis" betrachtet wurde. Um so interessanter erscheint es daher, daß Grisebach und Al. Braun bereits Mesembryanthemum ohne Berücksichtigung seines anatomischen Baues wegen der vorhandenen Analogieen in der reproductiven Sphäre in den Verwandtschaftskreis der Caryophyllinen hineingezogen haben, wo es unmittelbar neben den Nyctagineen, Chenopodeen, Amaranthaceen und Phytolaccaceen steht.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

23. Februar. № 5. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 5. Februar. (Fortsetzung.)

Beiträge zur Anatomie der Crinoideen

von

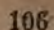
Dr. Hubert Ludwig.

Da meine Untersuchungen über den anatomischen Bau der Crinoideen, soweit die Arme dabei in Betracht kommen, zu einem Abschlusse gelangt sind, gebe ich im Folgenden eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten meiner Resultate [1]).

Die Angaben beziehen sich, wo nicht ausdrücklich anders angegeben ist, auf Antedon Eschrichtii. Die Differenzen, welche sich bei den übrigen untersuchten Formen [2]) finden, sind meistens untergeordneter Natur, sodaß ich sie

1) Die ausführliche von zahlreichen Abbildungen begleitete Abhandlung wird in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie erscheinen.

2) Es wurden im Ganzen untersucht 4 Antedon-, 2 Actinometra-Arten und Pentacrinus caput Medusae.



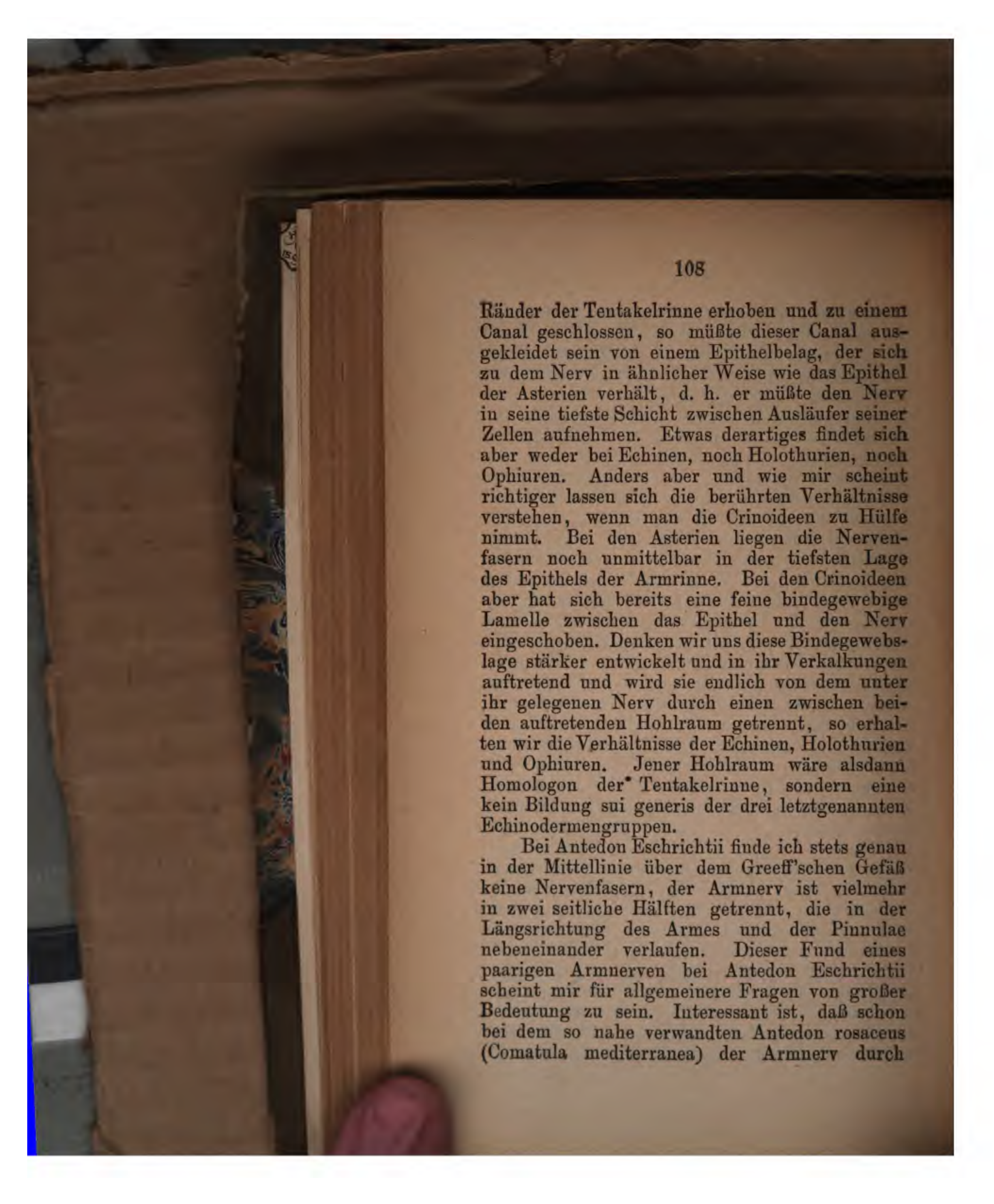
hier übergehen kann. Die Arme wurden vorsichtig entkalkt und an Querschnitten, sowie an horinzontalen und vertikalen Längsschnitten, sowie endlich an schiefen Schnitten untersucht. Ich werde die einzelnen Theile in der Reihenfolge beschreiben, wie wir ihnen an Querschnitten von der ventralen (oberen) zur dorsalen (unteren) Seite herabsteigend begegnen.

1) Das Epithel der Tentakelrinne ist im Vergleich zu dem Zellenüberzug der Tentakel und der übrigen Körperoberfläche sehr verdickt; es besteht aus langen nach unten fadenförmig ausgezogenen Zellen mit länglichen Kernen, zwischen welche in der tieferen Parthie kürzere mit runden Kernen versehene Zellen eingelagert sind; es trägt ferner einen feinen Cuticularsaum; die Wimperhaare, welche nach Perrier vorhanden sind, konnten an dem Weingeistexemplar nicht sicher constatirt werden.

2) Genau in der Mittellinie der Tentakelrinne trifft man unter dem Epithel auf den Querschnitt eines Hohlraumes, welcher eine niedrige zellige Auskleidung besitzt, mitunter von einem vertikalen Septum durchsetzt wird und seitlich Aeste in der Richtung zu den Tentakelgruppen abgibt. Dieser Hohlraum entspricht in seiner Lagerung dem Greeff'schen Nervengefäss der Asterien. Häufig findet man in ihm auf kürzere oder längere Strecken ein festes Gerinnsel.

3) Rechts und links von dem beschriebenen Gefäß erblickt man den Querschnitt zahlreicher, ungemein feiner, häufig mit winzigen Zellen untermischter Fasern, die in der Längsrichtung des Armes verlaufen und in ihrer Gesammtheit den Armnerven darstellen. Durch ungleich dicke, feine Stränge, die in verticaler Richtung den Nerven durchsetzen, wird derselbe auf dem

Querschnitt in mehrere neben einander liegende Bündel getheilt. Häufig scheint es, als seien diese Stränge Ausläufer der Epithelzellen der Tentakelrinne. Genauere Untersuchung aber lehrt, daß über und unter dem Nerven eine sehr dünne bindewebige Lamelle gelegen ist; beide Lamellen stehen durch jene Stränge, die also gleichfalls dem Bindegewebe angehören, mit einander in Verbindung. Die Nervenfasern liegen demnach nicht wie bei den Asterien unmittelbar in der tiefsten Schicht des Epithels, sondern sind von ihm getrennt durch eine dünne Bindegewebslage. Dieser Befund ist von Bedeutung für die Homologie der in dem Radius von außen nach innen folgende Theile bei den verschiedenen Classen der Echinodermen. Bei den Echinen und Ophiuren liegt, wie ich nach eigenen Untersuchungen bestätigen kann, unter dem Epithel des Radius das Kalkstück, dann ein Hohlraum, dann folgt der Nerv, dann wieder ein Hohlraum, endlich das Wassergefäß; bei den Holothurien finden sich abgesehen von der unvollständigen Verkalkung des Integumentes dieselben Verhältnisse. Die Schwierigkeit der Homologisirung mit den entsprechenden Theilen der Asterien liegt in dem bei Echinen, Holothurien und Ophiuren nach außen vom Nerv gelegenen Hohlraum. Greeff hat denselben ohne Weiteres mit der Armrinne der Asterien verglichen, die er sich bei den übrigen Echinod. (mit Ausn. der Crinoideen) von den Rändern her überwachsen und geschlossen denkt. Bei den Asterien aber sind die Epithelzellen der Tentakelrinne nicht selbst oder in ihren Ausläufern Nervenelemente, sondern die letzteren liegen in der tiefsten Schicht des Epithels zwischen die Zellen desselben *eingeflochten*. Denkt man sich nun die



Ränder der Tentakelrinne erhoben und zu einem Canal geschlossen, so müßte dieser Canal ausgekleidet sein von einem Epithelbelag, der sich zu dem Nerv in ähnlicher Weise wie das Epithel der Asterien verhält, d. h. er müßte den Nerv in seine tiefste Schicht zwischen Ausläufer seiner Zellen aufnehmen. Etwas derartiges findet sich aber weder bei Echinen, noch Holothurien, noch Ophiuren. Anders aber und wie mir scheint richtiger lassen sich die berührten Verhältnisse verstehen, wenn man die Crinoideen zu Hülfe nimmt. Bei den Asterien liegen die Nervenfasern noch unmittelbar in der tiefsten Lage des Epithels der Armrinne. Bei den Crinoideen aber hat sich bereits eine feine bindegewebige Lamelle zwischen das Epithel und den Nerv eingeschoben. Denken wir uns diese Bindegewebslage stärker entwickelt und in ihr Verkalkungen auftretend und wird sie endlich von dem unter ihr gelegenen Nerv durch einen zwischen beiden auftretenden Hohlraum getrennt, so erhalten wir die Verhältnisse der Echinen, Holothurien und Ophiuren. Jener Hohlraum wäre alsdann Homologon der Tentakelrinne, sondern eine kein Bildung sui generis der drei letztgenannten Echinodermengruppen.

Bei Antedon Eschrichtii finde ich stets genau in der Mittellinie über dem Greeff'schen Gefäß keine Nervenfasern, der Armnerv ist vielmehr in zwei seitliche Hälften getrennt, die in der Längsrichtung des Armes und der Pinnulae nebeneinander verlaufen. Dieser Fund eines paarigen Armnerven bei Antedon Eschrichtii scheint mir für allgemeinere Fragen von großer Bedeutung zu sein. Interessant ist, daß schon bei dem so nahe verwandten Antedon rosaceus (Comatula mediterranea) der Armnerv durch

ereinigung der beiden Hälften in der Mittellinie zu einem unpaaren geworden ist. Auch möge darauf hingewiesen sein, daß bei den Ophiuren und Echinen der Radialnerv in seiner Mittellinie eine Einsenkung erkennen läßt.

4) Nach innen von dem Nerv und dem Greeff'schen Gefäß liegt der Querschnitt des Wassergefäßes. Dasselbe gibt seitlich alternirende Queräste ab, von denen ein jeder zur Basis einer Tentakelgruppe hinzieht. Dort angekommen theilt er sich in drei Zweige, je einen für jeden der drei eine Gruppe bildenden Tentakel. In der ventralen (oberen) Wand des Wassergefäßstammes liegen Längsmuskelfasern, welche die von Perrier zuerst beschriebene bandelette musculaire formiren [1]). In seiner unteren, dorsalen Wand besitzt der Wassergefäßstamm keine Muskelfasern. Die Seitenäste haben in ihrer oberen und unteren Wand Längsmuskelfasern, die sich in die Längsmuskulatur der Tentakel fortsetzen; es fehlen aber die Muskelfasern in den seitlichen Wänden der Seitenäste. Die seitlichen Wandungen buchten sich da, wo der Seitenast vom Hauptstamm des Wassergefäßes abgeht aus und diese Ausbuchtungen werden durchsetzt von muskulösen Fäden [2]), welche von der ventralen zur dorsalen Wand des Seitenastes hinziehen. Jeder muskulöse Faden besteht aus mehreren (2—4, meist

1) Diese Längsmuskellage hat, wie aus Obigem bereits klar geworden ist, nichts mit dem Nerv zu schaffen, wie ich noch in meiner vorläufigen Mittheilung in Uebereinstimmung mit Semper vermuthete. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie XXVI. p. 362.

2) Durch ein Versehen heißt es in meiner vorläufigen Mittheilung, daß ich diese Fäden »mit Perrier« für muskulös halte; es soll heißen »gegen Perrier«.

3) Muskelfasern und einem sie überkleidenden, jedoch sehr auseinander gezerrten Epithel, der Fortsetzung des inneren Epithels des Wassergefäßes. Die einzelnen Muskelfasern der Fäden setzen sich in der ventralen Wand des Wassergefäßes eine Strecke weit zwischen den Fasern der bandelette musculaire fort, sie sind Abspaltungen der Längsmusculatur des Wassergefäßstammes. Die von den muskulösen Fäden durchsetzten Ausbuchtungen sind gleichwerthig den Tentakelampullen der übrigen Echinodermen. Aehnliche, die Ampullen durchsetzende Muskelfäden sind bis jetzt nur ein einziges Mal von Leydig bei Seeigeln beschrieben worden. Die Tentakel besitzen nur Längsmuskeln, keine Ringfasern, ebenso wie das Wassergefäß. Da aber die Richtung der Längsmuskelfasern in den Tentakeln senkrecht zu derjenigen des Wassergefäßstammes steht, so ist doch durch abwechselnde Thätigkeit beider eine Schwellung und Erschlaffung der Tentakel ermöglicht. Die Perrier'sche Auffassung vom Bau des Wassergefäßes ist vollständig irrthümlich, obgleich seine Abbildungen, wenn man von seinen Deutungen absieht, in der Hauptsache richtig sind.

5) Nach innen vom Wassergefäß folgt derjenige Hohlraum, den Joh. Müller für den Tentakelcanal gehalten hat. Carpenter nennt ihn Canalis subtentacularis. Er ist eine Fortsetzung der perivisceralen Höhle (-Leibeshöhle) und zerfällt durch ein mittleres, verticales Septum in zwei seitliche Hälften. Das Septum ist keine continuirliche Wand, sondern besteht aus einer Summe zahlreicher in unregelmäßigen Abständen hintereinander liegender Stränge. Bei einzelnen *Arten* scheint dasselbe sogar gänzlich fehlen zu *können*. Es ist eine Fortsetzung der dorsalen

Wandung des subtentakulären Hohlraumes und setzt sich fest an die dorsale Wand des Wassergefäßstammes. Der subtentakuläre Hohlraum ist von einem niedrigen Cylinderepithel ausgekleidet.

6) In der dorsalen Wand des subtentakulären Hohlraumes findet sich der Joh. Müller'sche Nerv, von welchem Carpenter und Semper gezeigt haben, daß er zu den Generationsorganen gehört; Semper hat ihn deßhalb »Genitalstrang« genannt. Derselbe besteht aus mehrern, in einander geschachtelten Theilen. Die Axe desselben wird eingenommen von einem dünnen Schlauche, der eigentlichen Genitalröhre, deren Lumen auf ein Minimum beschränkt wird durch die von der Wandung nach innen vorspringenden Eikeime (das untersuchte Exemplar von Ant. Eschrichtii war ein Weibchen). Die Genitalröhre ist in einem zweiten Schlauche, der aus einer bindegewebigen mit spärlichen Ringmuskelfasern versehenen, außen mit Epithel überkleideten Wandung gebildet ist, aufgehängt und zwar mit Hülfe von spindelförmigen oder verästelten Zellen, die sich zwischen den Wandungen beider ausspannen. Der Schlauch, in welchem die Genitalröhre sonach liegt ist zu vergleichen mit dem Blutraum, in welchen nach Greeff die Genitalorgane der Asterien gelagert sind. Aehnliche Verhältnisse hat Semper von Holothurien beschrieben. Der Genitalschlauch ist nun selbst wiederum und zwar vermittelst einer großen Menge homogener, heller Fäden in einem Hohlraum frei aufgehängt, der in die dorsale Wandung der subtentakulären Fortsetzung der Leibeshöhle eingegraben ist.

7) Unterhalb der das Generationsorgan in *sich einschließenden* dorsalen Wand des subten-

takulären Hohlraumes liegt nun nochmals ein Raum, welcher gleichfalls in letzter Linie eine Fortsetzung der Leibeshöhle ist. Er wurde von Carpenter als Canalis cöliacus bezeichnet. Er ist von demselben niedrigen Cylinderepithel ausgekleidet wie der subtentakuläre Raum.

8) Auf den Canalis cöliacus folgt auf dem Querschnitt das Kalkglied des Armes mit dem darin eingeschlossenen Strange, der weder ein Gefäß, noch auch ein Nerv ist.

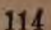
In den Pinnulae erhalten die geschilderten Verhältnisse einige Abweichungen. In dem Genitalorgane der Pinnula, welches wie Semper gezeigt hat, eine directe Fortsetzung des Genitalstranges des Armes ist, entwickeln sich die Geschlechtsprodukte, Eier oder Samenfäden. Die Eier entstehen in der Genitalröhre in ganz derselben Weise wie dies Semper von den Holothurien beschrieben hat. Eine Epithelzelle wächst zum Eie heran, während sich die benachbarten um jene zu einem Follikel gruppiren. Die Eifollikel hängen vor der Ablösung der Eier in das Lumen der Ovarialröhre. Im Uebrigen zeigt das Ovarium der Pinnula denselben Bau und dieselbe Lagerung, wie der Genitalstrang des Armes, dessen Fortsetzung es ja nur ist. Durch die Entwicklung der Geschlechtsprodukte dehnt sich aber das Ovarium oder der Hoden starck aus, zunächst auf Kosten des unmittelbar darum gelegenen Blutraumes, der hier viel schwieriger zu erkennen ist als in den Armen, dann aber auch auf Kosten des »Canalis subtentacularis« und des »Canalis cöliacus“.

In dem »Canalis cöliacus« und zwar an *seiner dorsalen* Wand, also den Kalkgliedern fast *unmittelbar* aufsitzend, finden sich in den Pin-

nulae je nach der Art in verschiedener Zahl und Verbreitung Gruppen von kleinen Blindsäckchen, welche Ausstülpungen der Wand des »Canalis cöliacus« darstellen. Das Epithel ist in ihnen stark verdickt und mit langen Wimperhaaren besetzt; es geht aber in dieser Gestalt nicht bis auf den Grund des kleinen Bechers oder Trichters, sondern dort liegen einige wenige Epithelzellen, die zu verhältnißmäßig großen blasigen Gebilden geworden sind, in denen die Kerne an die Wand gedrängt sind und welche keine Wimpern tragen. Gefäße schließen sich an diese Wimperbecher nicht an. Sie sind nach ihrer Form und dem Ort ihres Vorkommens (Wandung der Leibeshöhle) mit den Wimpertrichtern der Synaptiden zu vergleichen, obschon sie nicht wie jene gestielt, sondern sitzend sind.

Soviel an diese Stelle über die Anatomie der Arme. Meine Untersuchungen über die Anatomie der Scheibe sind noch nicht abgeschlossen; deshalb begnüge ich mich für jetzt nur einige wichtige, bereits festgestellte Punkte hervorzuheben. Den von mir aufgefundenen Ringkanal habe ich bereits an einer anderen Stelle[1]) erwähnt, sowie die daran hängenden Kanäle, welche ich, da sie an ihrem frei in die Maschen der Leibeshöhle hängenden Ende offen sind, für Homologa der Steinkanäle der übrigen Echinodermen halte. Die von Joh. Müller zuerst bei Pentacrinus aufgefundenen, nachher von Grimm und dann von Perrier bei Antedon rosaceus entdeckten Oeffnungen auf den interambulacralen Feldern der Scheibe führen nicht wie Perrier sagt in Blindsäcke, sondern wie schon Grimm richtig angegeben hat in Ka-

1) l. *c. p. 362.*



näle. Diese Kanäle münden direct in die Leibeshöhle und sind in ihrer Gesammtheit mit dem Apparat der Madreporenplatte der Asteriden und Echiniden vergleichbar.

In der Wand des sog. Eingeweidesackes finden sich reich verästelte Gefäße, welche einem aboralen (dorsalen) Gefäßring entspringen.

Sobald ich mit der Zergliederung der Scheibe der Crinoideen zu Ende gekommen bin, werde ich mir gestatten, eine Uebersicht der Ergebnisse mitzutheilen.

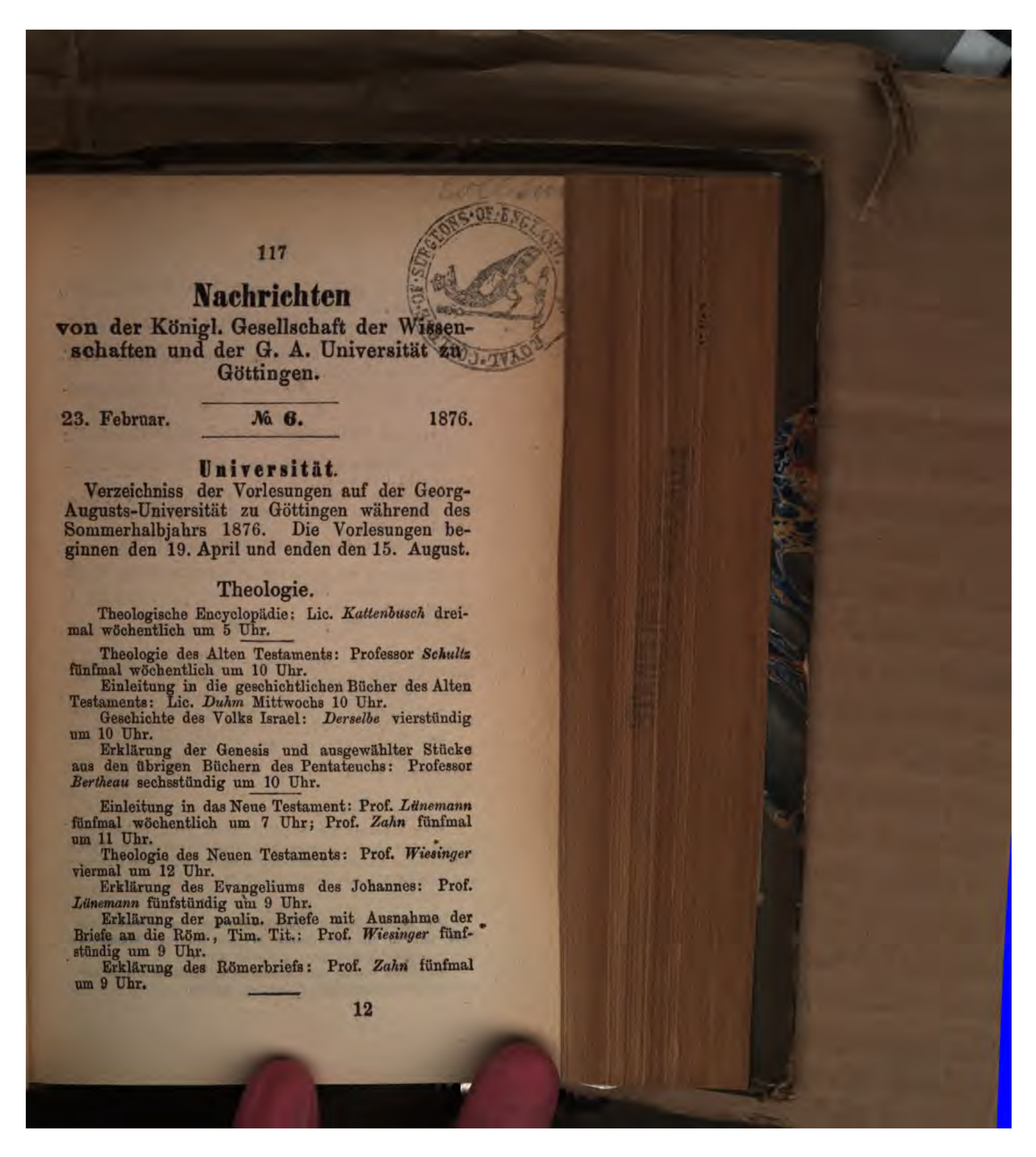
Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in dem Monat Januar 1876 eingegangene Druckschriften.

H. A. Schwarz, Bestimmung einer speciellen Minimalfläche. Berlin 1871. 4.
Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXV. Part 1—19. Dublin. 1872—75. 4.
Proceedings. Vol. X. 1—4. 1866—68. — Vol. I. Serie 2. Nr. 1. 5—10. 1869—1874. — Vol. II. Serie 2. Nr. 1—3. 1875.
VIII. Jahresbericht des Akad. Lesevereins in Graz. 1875.
Nature. 223—227.
Leopoldina. No. 23—24. 1875. 4. (Mit Tafel.)
Norges Mynter i Middelalderen, samlade og beskrevne af C. J. Schive. Med Intedning af C. A. Holmboe. Christiania 1865. fol.
Norges officielle Statistik, utgiven i aaret 1873—75. Ebd. 29 Hefte in Groß 4.
Th. Kjerulf, om skuringsmärker, glacialformationen og strandlinier. Ebd. 1873. 4.
Det kongel. norske Frederiks Universitets Aarsberetning för aaret 1873. 74. Ebd.
Jac. Worm Müller, Transfusion und Plethora. Ebd. 1815.

A. Blytt, Norges Flora. 2 Del. Heft 1 und 2. Ebd. 1874.
H. Siebke, Enumeratio insectorum norvegicorum. Fasc. 1. und 2. Ebd. 1875.
E. Hertzberg, Grundtraekkene i den aeldste Norske Proces. Ebd. 1875.
G. O. Sars, on some remarkable forms of animal life from the great deeps of the Norwegian Coast. II. Ebd. 1875. 4.
Beretning om Bodsfäng'slets Virksomhed i Aar. 1869—74. Ebd.
C. P. Caspari, Ungedruckte etc. Quellen zur Geschichte des Taufsymbols u. der Glaubensregel. III. Ebd. 1875.
Det kong. Norska Videnskabernes Selskabs Skrifter i det 19 Aarhundrede. Bd. VII. VIII. Hft. 1 und 2. Trondhjem 1874—75.
Det kong. N. Vidensk. Selsk. Aarsberetning for 1874. Ebd. 1875.
Norsk meteorologisk Aarbog for 1873. Aargang 7. Christiania 1874. 4.
S. A. Sexe, Jättegryder og gamle strandlinier i fast Klippe. Ebd. 1874. 4.
C. R. Unger, Postola Sögur, legendariska Fortällningar om Apostlernes liv. Christiania 1874.
J. Lieblein, Die ägyptischen Denkmäler in St. Petersburg, Helsingfors, Upsala u. Copenhagen. Ebd. 1873.
F. C. Schübler, Die Planzenwelt Norwegens. Ebd. 1875. 4.
R. Collet, Norges fiske. Ebd. 1875.
O. Gr. Lundh og J. E. Sars, Norske Rigsregistranter. Bd. V. Hft. 2. Bd. VI. Hft. 1. Ebd. 1874.
Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. XX. Hft. 3. 4. Bd. XXI. Hft. 1. 2. Ebd. 1874. 75.
Forhandlingar i Videnskabs-Selskabet i Christiania. Hft. 1. 2. Ebd. 1874. 75.
X. Heuschling, Recherches statistiques sur les périodes de doublement de la population. Liège 1875.
Derselbe, Notice sur la statistique ancienne de la Belgique. Ebd. 1875.
Derselbe, Epidémie typhoïde de Bruxelles en 1869. Compte rendu anal. Bruxelles 1875.
Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit. 1875. No. 1—12. Nürnberg. 4.
Oversigt over det Kong. Danske Vidensk. Selskabs Forhandlingar. 1874. No. 3. 1875. No. 1.

S. M. Jorgensen, Om den saakaldte Herapathit etc. Kopenhagen 1875. 4.
J. Reinhardt, Bidrag til kundskab om Kjämpedovendyret Lestodon armatus. Ebd. 1875. 4.
A. Steen om Muligheden af et Parliniäre Differentialligningers Integration ved endelige explicite Functioner. Ebd. 1875. 4.
L. Lorenz, Experimentale og theoretiske Undersögelser over Legermenes Brydningsforhold. Ebd. 1875. 4.
Just. Steenstrup, Hemisepius en ny Slägt af Sepia-Bläksprutternes Familie. Ebd. 1875. 4.
Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar. Ny föld. Bd. IX. 1870. Bd. X. 1871. Bd. XII. 1873. Stockholm. 4.
Er. Edlund, Meteorologiska Jakttagelser i Sverige. Bd. XII—XIV. Ebd. 1870—72. 4.
Bulletin de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique. T. 40 N. 11.
Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes. Bd. V. No. 4. Leipzig 1876.
Sitzungsbericht der philos. u. histor. Classe der Akad. in München. 1875. Bd. II. H. 2.
Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou. 1875. No. 2.
Mittheilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen. Jahrg. XII. No. 3. 6. Jahrg. XIII. No. 1. 3—6. Jahrg. XIV. No. 1. 2. Prag 1875.
A. Horawitz, Caspar Bruschius. Prag und Wien 1874. Jahresbericht des Vereins für Gesch. der Deutschen in Böhmen. 12. 13. 1873—75.
C. Leeder, Beiträge zur Geschichte von Arnau. Prag 1873.
Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XXXVII. XXXVIII. Batavia 1875.
Notulen van de Algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap. Deel XII. No. 4. XIII. No. 1. 2. Ebd. 1875.
Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXI. Aflev. 5—6. Deel XXII. Afl. 4—6. Deel XXIII. Aflev. 1. Ebd. 1874—75.
Mittheilungen des Naturwiss. Vereins für Steiermark. Jahrg. 1875. Graz.

(Fortsetzung folgt.)



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

23. Februar. | № 6. | 1876.

Universität.

Verzeichniss der Vorlesungen auf der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen während des Sommerhalbjahrs 1876. Die Vorlesungen beginnen den 19. April und enden den 15. August.

Theologie.

Theologische Encyclopädie: Lic. *Kattenbusch* dreimal wöchentlich um 5 Uhr.

Theologie des Alten Testaments: Professor *Schultz* fünfmal wöchentlich um 10 Uhr.

Einleitung in die geschichtlichen Bücher des Alten Testaments: Lic. *Duhm* Mittwochs 10 Uhr.

Geschichte des Volks Israel: *Derselbe* vierstündig um 10 Uhr.

Erklärung der Genesis und ausgewählter Stücke aus den übrigen Büchern des Pentateuchs: Professor *Bertheau* sechsstündig um 10 Uhr.

Einleitung in das Neue Testament: Prof. *Lünemann* fünfmal wöchentlich um 7 Uhr; Prof. *Zahn* fünfmal um 11 Uhr.

Theologie des Neuen Testaments: Prof. *Wiesinger* viermal um 12 Uhr.

Erklärung des Evangeliums des Johannes: Prof. *Lünemann* fünfstündig um 9 Uhr.

Erklärung der paulin. Briefe mit Ausnahme der Briefe an die Röm., Tim. Tit.: Prof. *Wiesinger* fünfstündig um 9 Uhr.

Erklärung des Römerbriefs: Prof. *Zahn* fünfmal um 9 Uhr.

Kirchengeschichte: I. Hälfte: Prof. *Wagenmann* fünfstündig um 8 Uhr.

Geschichte der Reformation: Lic. *Kattenbusch* zweistündig, unentgeltlich.

Geschichte der protestantischen Theologie: Prof. *Wagenmann* vierstündig um 7 Uhr.

Kirchengeschichte der neuesten Zeit: *Derselbe* zweimal, öffentlich.

Apologie des Christentums: Prof. *Schultz* vierstündig um 11 Uhr.

Einleitung in die Dogmatik: Prof. *Schöberlein* Sonnabends 12 Uhr öffentlich.

Dogmatik I Theil: *Derselbe* fünfstündig um 12 Uhr.

Dogmatik II Theil: Prof. *Ritschl* fünfstündig um 12 Uhr.

Symbolik: *Derselbe* fünfstündig um 11 Uhr.

Praktische Theologie: Prof. *Schöberlein* fünfstündig um 5 Uhr Mont. Dienst. Donnerst. Freit. und um 4 Uhr Mittw.

Kirchenrecht: s. unter Rechtswissenschaft.

Die Uebungen des Königl. Homiletischen Seminars leiten abwechselungsweise Prof. *Wiesinger* und Prof. *Schultz* Sonnabends 10—12 Uhr öffentlich.

Katechetische Uebungen: Prof. *Wiesinger* Mittwochs 5—6 Uhr; Prof. *Schultz* Sonnabends 3—4 Uhr öffentlich.

Die liturgischen Uebungen der Mitglieder des praktisch-theologischen Seminars leitet Professor *Schöberlein* Sonnabends 9—11 Uhr und Mittwochs 6—7 Uhr öffentlich.

Eine theologische Societät leitet Prof. *Schöberlein* Dienst. um 6 Uhr; eine historisch-theologische Prof. *Wagenmann* Freit. 6 Uhr; dogmengeschichtliche Uebungen einmal wöchentlich Lic. *Kattenbusch*.

Die theologischen Conversatorien im Repetenten-Stift werden in gewohnter Weise Montag Abends 6 Uhr von den Repetenten geleitet werden.

Repetent *Guthe* wird kursorische Lectionen über alt- oder neutestamentliche Schriften halten.

Rechtswissenschaft.

Institutionen und Geschichte des römischen Rechts: Prof. *v. Ihering* täglich von 11—12 Uhr und Dienstag, Donnerstag und Sonnabend von 12—1 Uhr.

Pandekten mit Ausnahme des Sachenrechts, welches Dr. Rümelin vorträgt: Prof. *Hartmann*, und zwar a) Allgemeiner Theil fünf Mal wöch. von 12—1 Uhr, b) Obligationenrecht fünf Mal wöch. von 11—12 Uhr.

Sachenrecht, als Theil der Pandekten: Dr. *Rümelin* Mittwoch von 4—6 Uhr, und Sonnabend von 11—1 Uhr.

Römisches Erbrecht: Prof. *Ziebarth* fünfstündig um 9 Uhr.

Pandekten-Praktikum: Prof. *v. Jhering* Montag, Mittwoch und Freitag von 12—1 Uhr.

Pandekten-Exegetikum: Dr. *Zitelmann* Dienst. u. Donnerst., von 12—1 Uhr.

Zu Pandektenrepetitorien ist privatissime bereit Dr. *Zitelmann*.

Deutsche Rechtsgeschichte: Prof. *Dove* fünfstündig von 8—9 Uhr.

Uebungen im Erklären deutscher Rechtsquellen: Prof. *Frensdorff* Montags um 6 Uhr, öffentlich.

Deutsches Privatrecht mit Lehnrecht: Prof. *Thöl* achtstündig, Montag Dienstag Donnerstag Freitag von 7—9 Uhr; deutsches Privatrecht mit Lehn- und Handelsrecht: Prof. *Wolff* zwölfstündig von 8—10 Uhr.

Deutsches Strafrecht: Prof. *Ziebarth* fünfstündig um 11 Uhr.

Criminalistische Uebungen: Prof. *John* Mittwoch von 4—6 Uhr privatissime.

Deutsches Staatsrecht einschliesslich des Reichsstaatsrechts: Prof. *Frensdorff* fünfstündig von 9—10 Uhr.

Verwaltungsrecht: Prof. *Mejer* dreimal wöchentlich, Dienstag, Donnerstag und Freitag, um 5 Uhr.

Völkerrecht: Prof. *Frensdorff* Dienstag, Donnerstag und Sonnabend von 12—1 Uhr.

Protestantisches und katholisches Kirchenrecht: Prof. *Mejer* fünfmal wöch. um 10 Uhr.

Kirchenrechtliche Uebungen: Prof. *Dove* zu später festzusetzender Stunde privatissime und unentgeltlich.

Theorie des Civilprocesses: Prof. *Hartmann* achtstündig, und zwar Montag Dienstag Donnerstag und Freitag von 4—5 Uhr, Mittwoch von 4—6 Uhr, und Sonnabend von 10—12 Uhr.

Geschichte des Strafprocesses: Prof. *John* Mittwoch um 11 Uhr öffentlich.

Deutscher Strafprocess: Prof. *John* vierstündig um 11 Uhr.

Processpracticum: Professor *Briegleb* Dienstag und Freitag Nachmittag von 4—6 Uhr.

Medicin.

Zoologie, Botanik, Chemie s. unter Naturwissenschaften.

Knochen- und Bänderlehre: Dr. *von Brunn* Dienstag, Donnerstag, Sonnabend von 11—12 Uhr.

Systematische Anatomie II. Theil (Gefäss- und Nervenlehre): Prof. *Henle* täglich von 12—1 Uhr.

Ueber den Situs viscerum mit Uebungen: Dr. *von Brunn* Mittwoch u. Donnerstag von 7—8 Uhr, öffentlich.

Allgemeine Anatomie: Prof. *Henle* Montag, Mittwoch, Freitag von 11—12 Uhr.

Mikroskopische Curse im pathologischen Institut hält Prof. *Krause* viermal wöchentlich um 11 Uhr, um 12 Uhr oder um 2 Uhr.

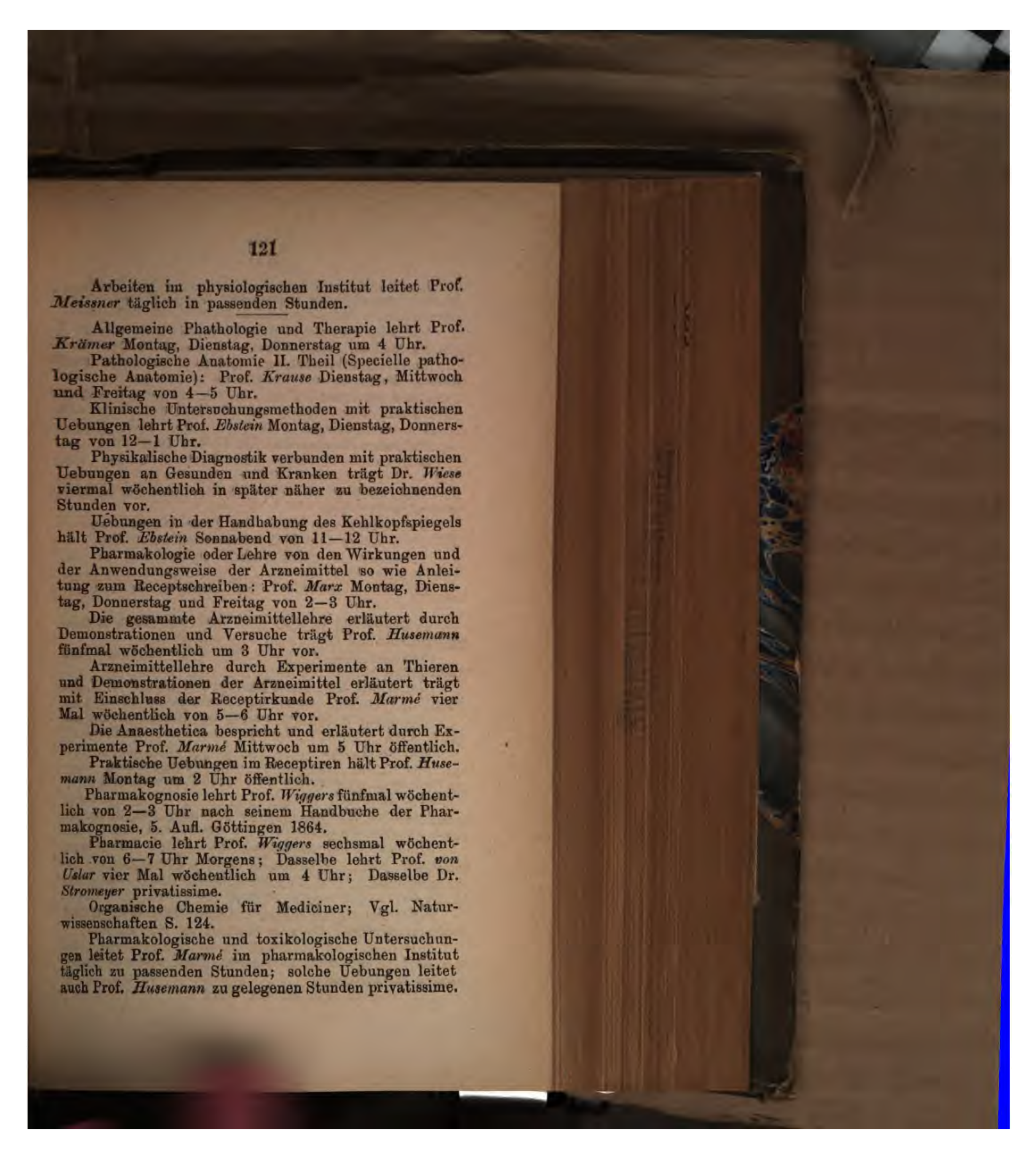
Mikroskopische Uebungen in der normalen Gewebelehre hält Dr. *von Brunn* vier Mal wöchentlich in zu verabredenden Stunden.

Allgemeine und besondere Physiologie mit Erläuterungen durch Experimente und mikroskopische Demonstrationen: Prof. *Herbst* sechsmal wöchentlich um 10 Uhr.

Experimentalphysiologie I. Theil (Physiologie der Ernährung): Prof. *Meissner* täglich von 10—11 Uhr.

Physiologie der Zeugung nebst allgemeiner und specieller Entwicklungsgeschichte: Prof. *Meissner* Freitag von 5—7 Uhr.

Physiologische Optik s. S. 125.



Arbeiten im physiologischen Institut leitet Prof. *Meissner* täglich in passenden Stunden.

Allgemeine Phathologie und Therapie lehrt Prof. *Krämer* Montag, Dienstag, Donnerstag um 4 Uhr.

Pathologische Anatomie II. Theil (Specielle pathologische Anatomie): Prof. *Krause* Dienstag, Mittwoch und Freitag von 4—5 Uhr.

Klinische Untersuchungsmethoden mit praktischen Uebungen lehrt Prof. *Ebstein* Montag, Dienstag, Donnerstag von 12—1 Uhr.

Physikalische Diagnostik verbunden mit praktischen Uebungen an Gesunden und Kranken trägt Dr. *Wiese* viermal wöchentlich in später näher zu bezeichnenden Stunden vor.

Uebungen in der Handhabung des Kehlkopfspiegels hält Prof. *Ebstein* Sonnabend von 11—12 Uhr.

Pharmakologie oder Lehre von den Wirkungen und der Anwendungsweise der Arzneimittel so wie Anleitung zum Receptschreiben: Prof. *Marx* Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag von 2—3 Uhr.

Die gesammte Arzneimittellehre erläutert durch Demonstrationen und Versuche trägt Prof. *Husemann* fünfmal wöchentlich um 3 Uhr vor.

Arzneimittellehre durch Experimente an Thieren und Demonstrationen der Arzneimittel erläutert trägt mit Einschluss der Receptirkunde Prof. *Marmé* vier Mal wöchentlich von 5—6 Uhr vor.

Die Anaesthetica bespricht und erläutert durch Experimente Prof. *Marmé* Mittwoch um 5 Uhr öffentlich.

Praktische Uebungen im Receptiren hält Prof. *Husemann* Montag um 2 Uhr öffentlich.

Pharmakognosie lehrt Prof. *Wiggers* fünfmal wöchentlich von 2—3 Uhr nach seinem Handbuche der Pharmakognosie, 5. Aufl. Göttingen 1864.

Pharmacie lehrt Prof. *Wiggers* sechsmal wöchentlich von 6—7 Uhr Morgens; Dasselbe lehrt Prof. *von Uslar* vier Mal wöchentlich um 4 Uhr; Dasselbe Dr. *Stromeyer* privatissime.

Organische Chemie für Mediciner; Vgl. Naturwissenschaften S. 124.

Pharmakologische und toxikologische Untersuchungen leitet Prof. *Marmé* im pharmakologischen Institut täglich zu passenden Stunden; solche Uebungen leitet auch Prof. *Husemann* zu gelegenen Stunden privatissime.

Einen elektrotherapeutischen Cursus hält Professor *Marmé* Dienstag und Donnerstag von 2—3 Uhr.

Specielle Pathologie und Theraphie I. Hälfte: Prof. *Ebstein* täglich, ausser Sonnabend, von 7—8 Uhr.

Ueber Hautkrankheiten und Syphilis trägt Prof. *Krämer* Mittwoch und Freitag um 4 Uhr vor.

Die medicinische Klinik im Ernst-August-Hospitale leitet Prof. *Hasse* täglich von 10—11 Uhr.

Die medicinische Poliklinik leitet Prof. *Ebstein* täglich, ausser Sonnabend, von 11—12 Uhr.

Allgemeine Chirurgie lehrt Prof. *Lohmeyer* fünf Mal wöchentlich von 8—9 Uhr; Dasselbe Dr. *Rosenbach* fünf Mal wöchentlich von 4—5 Uhr oder zu anderen passenden Stunden.

Die chirurgische Klinik im Ernst-August-Hospitale hält Prof. *König* fünf Mal wöchentlich um 9 Uhr.

Uebungen in chirurgischen Operationen an der Leiche leitet Prof. *König.*

Ein Examinatorium über klinische Gegenstände hält Prof. *König.*

Augenheilkunde lehrt Prof. *Leber* vier Mal wöchentlich von 3—4 Uhr.

Augenspiegelcursus hält Prof. *Leber* Mittwoch und Sonnabend von 12—1 Uhr.

Die Klinik der Augenkrankheiten hält Prof. *Leber* Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag von 12—1 Uhr.

Die Krankheiten der weiblichen Geschlechtsorgane lehrt Prof. *Schwartz* Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag um 3 Uhr.

Ueber die Krankheiten der Wöchnerinnen trägt Dr. *Hartwig* wöchentlich zwei Mal in zu verabredenden Stunden öffentlich vor.

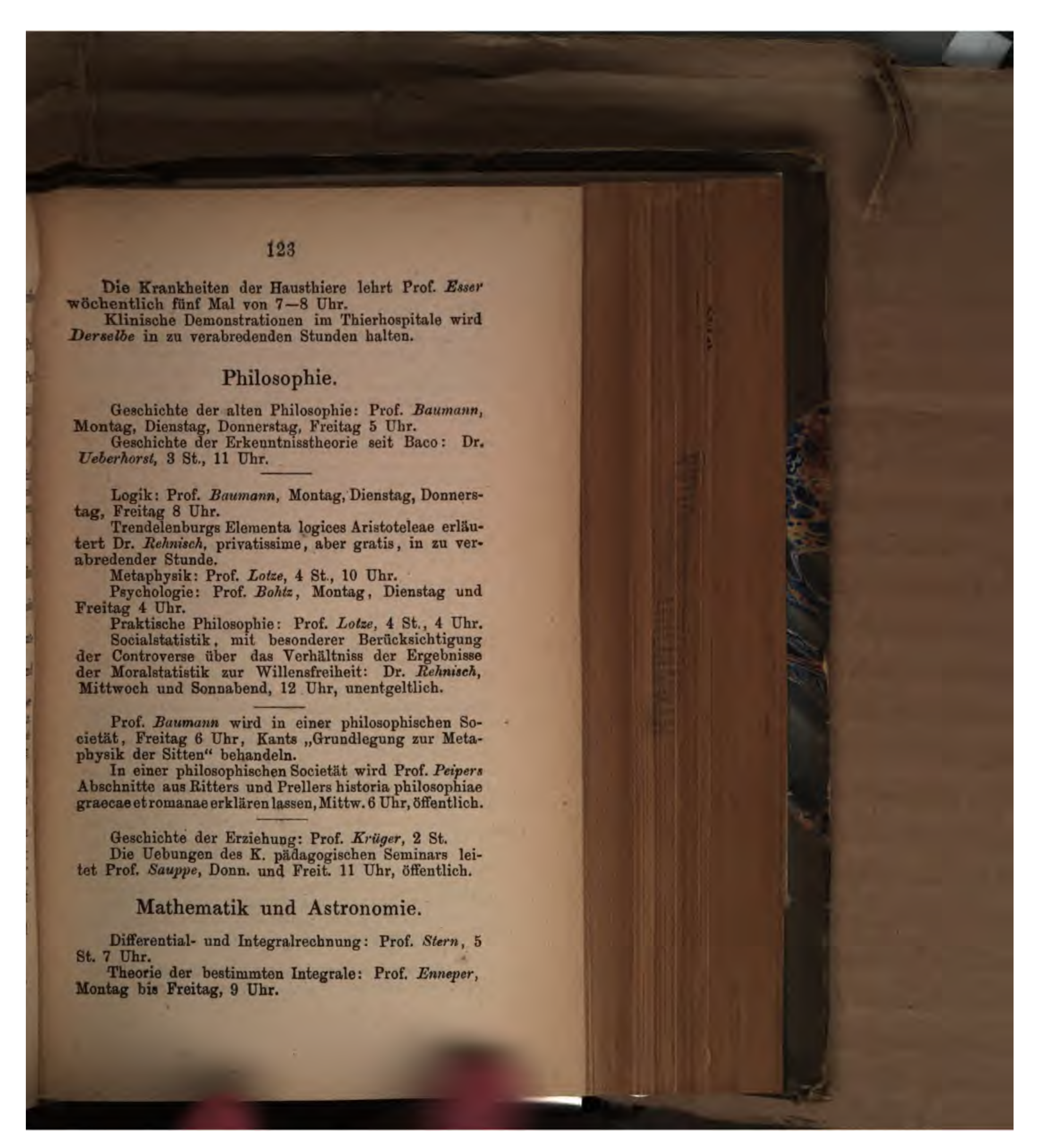
Geburtshülflichen Operationscursus am Phantom hält Dr. *Hartwig* Mittwoch und Sonnabend um 8 Uhr.

Geburtshülflich-gynaekologische Klinik leitet Prof. *Schwartz* Mont., Dienst., Donnerst., Freit. um 8 Uhr.

Pathologie und Therapie der Geisteskrankheiten lehrt Prof. *Meyer* Mittwoch und Sonnabend von 3—4 Uhr.

Psychiatrische Klinik hält Prof. *Meyer* Montag und Donnerstag von 4—6 Uhr.

Prof. *Baum* wird zu Anfang des Semesters Vorlesungen ankündigen.



Die Krankheiten der Hausthiere lehrt Prof. *Esser* wöchentlich fünf Mal von 7—8 Uhr.

Klinische Demonstrationen im Thierhospitale wird *Derselbe* in zu verabredenden Stunden halten.

Philosophie.

Geschichte der alten Philosophie: Prof. *Baumann*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag 5 Uhr.

Geschichte der Erkenntnisstheorie seit Baco: Dr. *Ueberhorst*, 3 St., 11 Uhr.

Logik: Prof. *Baumann*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag 8 Uhr.

Trendelenburgs Elementa logices Aristoteleae erläutert Dr. *Rehnisch*, privatissime, aber gratis, in zu verabredender Stunde.

Metaphysik: Prof. *Lotze*, 4 St., 10 Uhr.

Psychologie: Prof. *Bohtz*, Montag, Dienstag und Freitag 4 Uhr.

Praktische Philosophie: Prof. *Lotze*, 4 St., 4 Uhr.

Socialstatistik, mit besonderer Berücksichtigung der Controverse über das Verhältniss der Ergebnisse der Moralstatistik zur Willensfreiheit: Dr. *Rehnisch*, Mittwoch und Sonnabend, 12 Uhr, unentgeltlich.

Prof. *Baumann* wird in einer philosophischen Societät, Freitag 6 Uhr, Kants „Grundlegung zur Metaphysik der Sitten“ behandeln.

In einer philosophischen Societät wird Prof. *Peipers* Abschnitte aus Ritters und Prellers historia philosophiae graecae et romanae erklären lassen, Mittw. 6 Uhr, öffentlich.

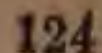
Geschichte der Erziehung: Prof. *Krüger*, 2 St.

Die Uebungen des K. pädagogischen Seminars leitet Prof. *Sauppe*, Donn. und Freit. 11 Uhr, öffentlich.

Mathematik und Astronomie.

Differential- und Integralrechnung: Prof. *Stern*, 5 St. 7 Uhr.

Theorie der bestimmten Integrale: Prof. *Enneper*, Montag bis Freitag, 9 Uhr.

Ueber ausgewählte Capitel der analytischen Geometrie: Prof. *Schwarz*, Mont. u. Donn., 4 Uhr, öffentlich.
Ueber krumme Oberflächen und Curven doppelter Krümmung: Prof. *Schwarz*, 4 St., 10 Uhr.

Theorie der eindeutigen Functionen einer unbeschränkt veränderlichen complexen Grösse, insbesondere der elliptischen: Prof. *Schwarz*, 4 St., 11 Uhr.
Variationsrechnung und Anwendungen derselben auf die Mechanik: Prof. *Stern*, 4 St. 8 Uhr.
Theorie der reellen, der imaginären und der idealen Zahlen: Prof. *Schering*, 4 St. Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag, 6 Uhr Nachm.
Praktische Geometrie: Prof. *Ulrich*, 4 St., 5—7 Uhr.
Sphaerische Astronomie: Prof. *Klinkerfues*, Montag, Dienstag, Mittwoch und Donnerstag, 12 Uhr.
Theorie der Elektrostatik mit einer Einleitung in die Theorie des Potentials: Dr. *Fromme*, 2 St.

Zur Leitung einer mathematischen Societät in geeigneter Stunde erbietet sich Prof. *Schering*.
Mathematische Colloquien: Prof. *Schwarz* privatissime, wie bisher.

In dem mathematisch-physikalischen Seminar leitet Prof. *Schwarz* mathematische Uebungen Mittwoch 10 Uhr, Prof. *Schering* Vorträge der Mitglieder über Analysis Mittwoch 12 Uhr, liest Prof. *Stern* über Anwendungen der Integralrechnung auf die Theorie der Zahlen, Mittwoch 8 Uhr, und giebt Prof. *Klinkerfues* einmal wöchentlich zu geeigneter Stunde Anleitung zu astronomischen Beobachtungen. — Vgl. Naturwissenschaften S. 125.

Naturwissenschaften.

Allgemeine Zoologie: Prof. *Ehlers*, Mont.—Donn., 7 Uhr.
Specielle Zoologie, Erster Theil: Prof. *Ehlers*, Freit. u. Sonnab., 7 Uhr.
Vergleichende Osteologie: Prof. *Ehlers*, Dienst. 11 Uhr, öffentlich.
Ausgewählte Kapitel aus der Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere: Dr. *Ludwig*, Dienst. u. Freit., 4 Uhr.

Zoologisch-zootomische Uebungen: Prof. *Ehlers*, privatissime, wie bisher.

Allgemeine und specielle Botanik: Prof. *Grisebach*, 6 St., 8 Uhr. — Demonstrationen von Pflanzen des botanischen Gartens: *Derselbe*, Mittw., 11 Uhr, öffentlich. — Praktische Uebungen in der systematischen Botanik: *Derselbe*. — Botanische Excursionen: *Derselbe*, in Verbindung mit Dr. *Drude*.

Experimentalphysiologie der Pflanzen: Prof. *Reinke*, Montag, Dienstag, Donnerstag 10 Uhr. — Uebungen im Pflanzenbestimmen: *Derselbe*, Dienst. u. Freit., 6 Uhr. — Cursus im Gebrauch des Mikroskops: *Derselbe*, Montag u. Dienstag 11—1 Uhr. — Ausserdem wird *Derselbe* Arbeiten von Geübteren im pflanzenphysiologischen Laboratorium täglich leiten.

In der botanischen Societät des Prof. *Reinke* werden Abschnitte der neueren botanischen Literatur behandelt werden.

Mineralogie: Prof. *Sartorius von Waltershausen*, 5 St., 11 Uhr. — Das Practicum in der Mineralogie und Crystallographie hält *Derselbe* Freitag Nachmittag und Sonnabend Vormittag.

Geognosie: Prof. *von Seebach*, 5 St., 8 Uhr, verbunden mit Excursionen.

Ausgewählte Kapitel aus der allgemeinen Geologie (über Vulcane, Erdbeben etc.): Prof. *von Seebach*, Mont. u. Donn., 3 Uhr.

Gesteinskunde: Dr. *Lang*, Mittw. und Freitag 11 Uhr.

Praktische Uebungen leitet Prof. *von Seebach* privatissime, aber unentgeltlich, gemeinsam mit Herrn Dr. *Lang*, in gewohnter Weise.

Petrographische Uebungen und Einführung in das mikroskopische Studium der Gesteine: Dr. *Lang*, Dienst. 9—1 Uhr, privatissime, aber unentgeltlich.

Experimentalphysik, electrischer und magnetischer Theil: Prof. *Weber*, 4 St., 10 Uhr.

Experimentalphysik, erster Theil: Mechanik, Akustik und Optik: Prof. *Riecke*, Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag, 5 Uhr.

Uebersicht über die Experimentalphysik: Dr. *Fromme*, Mont. Dienst. Donn., 8 Uhr.



Geometrische und physische Optik: Prof. *Listing*, 4 St. um 12 Uhr.

Ueber Auge und Mikroskop: Prof. *Listing*, privatissime in 2 zu verabredenden Stunden.

Physikalisches Colloquium: Prof. *Listing*, Sonnabend 11—1 Uhr.

Physikalisches Colloquium (im Anschluss an seine Vorlesung): Dr. *Fromme*, Freit. 8 Uhr, unentgeltlich.

Praktische Uebungen im Physikalischen Laboratorium leitet, in Gemeinschaft mit Dr. *Fromme*, Dienst. u. Freitag von 3—5, Sonnabend von 9—1 Uhr, Prof. *Riecke*.

In dem mathematisch-physikalischen Seminar leitet physikalische Uebungen Prof. *Listing*, Mittwoch 11 Uhr, und behandelt ausgewählte Theile der Hydrodynamik Prof. *Riecke*, Mittwoch 9 Uhr. — Vgl. Mathematik S. 124.

Allgemeine Chemie: Prof. *Hübner*, 6 St., 9 Uhr.

Allgemeine organische Chemie: Prof. *Hübner*, Montag bis Freitag 12 Uhr. — Organische Chemie, für Mediciner: Prof. *von Uslar*, in später zu bestimmenden Stunden. — Organische Chemie, speciell für Landwirthe: Prof. *Tollens*, 2 St.

Technische Chemie, II. Theil: Dr. *Post*, 3 St., in Verbindung mit Exkursionen.

Einzelne Zweige der theoretischen Chemie: Dr. *Stromeyer*, privatissime.

Agrikulturchemie (Pflanzenernährungslehre): Prof. *Tollens*, Mittw. 10 Uhr, Donn. u. Freit. 11 Uhr.

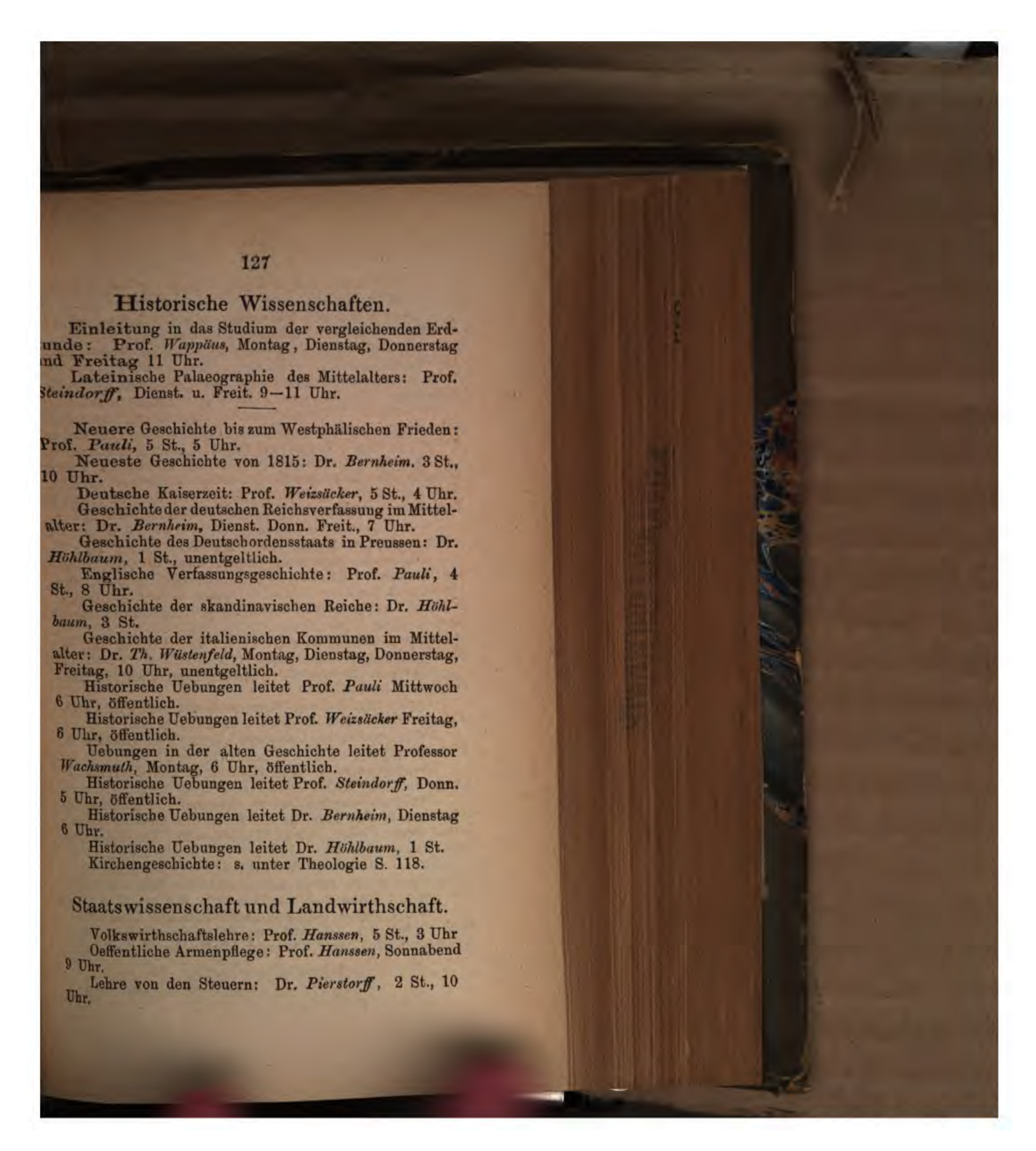
Stöchiometrische Uebungen: Prof. *Tollens*, Mittw. 8 Uhr, öffentlich.

Die Vorlesungen über Pharmacie und Pharmacognosie s. unter Medicin S. 121.

Die praktisch-chemischen Uebungen und wissenschaftlichen Arbeiten im akademischen Laboratorium leiten Prof. *Wöhler* und Prof. *Hübner* in Gemeinschaft mit fünf Assistenten.

Prof. *Boedeker* leitet die praktisch-chemischen Uebungen im physiologisch-chemischen Laboratorium täglich (ausser Sonnabend) 8—12 und 3—5 Uhr.

Die Uebungen im agrikulturchemischen Laboratorium leitet Prof. *Tollens*, in Gemeinschaft mit dem Assistenten Dr. *Bente*, Montag bis Freitag 8—12 und 2—4 Uhr.



Historische Wissenschaften.

Einleitung in das Studium der vergleichenden Erdunde: Prof. *Wappäus*, Montag, Dienstag, Donnerstag nd Freitag 11 Uhr.

Lateinische Palaeographie des Mittelalters: Prof. *Steindorff*, Dienst. u. Freit. 9—11 Uhr.

Neuere Geschichte bis zum Westphälischen Frieden: Prof. *Pauli*, 5 St., 5 Uhr.

Neueste Geschichte von 1815: Dr. *Bernheim*. 3 St., 10 Uhr.

Deutsche Kaiserzeit: Prof. *Weizsäcker*, 5 St., 4 Uhr.

Geschichte der deutschen Reichsverfassung im Mittelalter: Dr. *Bernheim*, Dienst. Donn. Freit., 7 Uhr.

Geschichte des Deutschordensstaats in Preussen: Dr. *Höhlbaum*, 1 St., unentgeltlich.

Englische Verfassungsgeschichte: Prof. *Pauli*, 4 St., 8 Uhr.

Geschichte der skandinavischen Reiche: Dr. *Höhlbaum*, 3 St.

Geschichte der italienischen Kommunen im Mittelalter: Dr. *Th. Wüstenfeld*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag, 10 Uhr, unentgeltlich.

Historische Uebungen leitet Prof. *Pauli* Mittwoch 6 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen leitet Prof. *Weizsäcker* Freitag, 6 Uhr, öffentlich.

Uebungen in der alten Geschichte leitet Professor *Wachsmuth*, Montag, 6 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen leitet Prof. *Steindorff*, Donn. 5 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen leitet Dr. *Bernheim*, Dienstag 6 Uhr.

Historische Uebungen leitet Dr. *Höhlbaum*, 1 St.

Kirchengeschichte: s. unter Theologie S. 118.

Staatswissenschaft und Landwirthschaft.

Volkswirthschaftslehre: Prof. *Hanssen*, 5 St., 3 Uhr

Oeffentliche Armenpflege: Prof. *Hanssen*, Sonnabend 9 Uhr.

Lehre von den Steuern: Dr. *Pierstorff*, 2 St., 10 Uhr.

Wirthschaftliche Gesetzgebung im Reiche: Dr. *Pierstorff*, 1 St., 10 Uhr, unentgeltlich.
Socialstatistik: s. Philosophie S. 123.
Kameralistische Exkursionen: Prof. *Hanssen*.
Kameralistische Uebungen: Prof. *Soetbeer*, privatissime aber unentgeltlich, in später zu bestimmenden Stunden.

Einleitung in das landwirthschaftliche Studium: Prof. *Drechsler*, in noch zu bestimmenden Stunden.
Ackerbaulehre, allgemeiner und specieller Theil: *Derselbe*, 5 St., 12 Uhr.
Die Theorie der Organisation der Landgüter: Prof. *Griepenkerl*, Dienstag, Donnerstag, Freitag, 4 Uhr.
Die landwirthschaftliche Thierproductionslehre (Lehre von den Nutzungen, Racen, der Züchtung, Ernährung und Pflege des Pferdes, Rindes, Schafes und Schweines): *Derselbe*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag, 8 Uhr.
Die Ackerbausysteme (Felderwirthschaft, Feldgraswirthschaft, Fruchtwechselwirthschaft etc.): *Derselbe*, in zwei passenden Stunden.
Im Anschluss an diese Vorlesungen werden Exkursionen nach benachbarten Landgütern und Fabriken veranstaltet werden.
Die Lehre von der Futterverwerthung: Prof. *Henneberg*, Mont. Dienst. Mittw., 11 Uhr.
Uebungen in Futterberechnungen: Prof. *Henneberg*, in einer später zu bestimmenden Stunde, öffentlich.
Bodenkunde für Landwirthe: Dr. *Fesca*, 2 St., 11 Uhr, mit sich anschliessenden pedologischen Exkursionen.
Landwirthschaftliches Practicum: 1. Uebungen im landwirthschaftlichen Laboratorium, Donnerstag u. Freitag, Nachmittags, Prof. *Drechsler* und Dr. *Fesca*. 2. Uebungen in landwirthschaftlichen Berechnungen: Prof. *Drechsler*, Sonnabend, 9—11 Uhr.
Excursionen auf benachbarte Güter: Prof. *Drechsler*.
Krankheiten der Hausthiere: s. Medicin S. 6. 123.
Agrikulturchemie, organische Chemie für Landwirthe, Agrikulturchemisches Praktikum: s. Naturwiss. S. 126.

Literärgeschichte.

Literaturgeschichte: Prof. *Hoeck*.

Geschichte der Philosophie: vgl. Philosophie S. 123.

Deutsche Literatur des 16. Jahrhunderts: Prof. *Goedeke*, Mittwoch 5 Uhr, öffentlich.

Geschichte der deutschen Dichtung vom 17. Jahrhundert an: Dr. *Tittmann*, 5 St.

Geschichte der deutschen Nationalliteratur von Lessings Zeit bis zur Gegenwart: Prof. *Bohtz*, Montag, Dienstag, Donnerstag, 11 Uhr.

Alterthumskunde.

Griechische Alterthümer: Prof. *Wachsmuth*, 4 St. 12 Uhr.

Für Zuhörer aller Fakultäten wird Prof. *Wieseler* öffentlich die im akademischen Kunstmuseum aufbewahrten Gypsabgüsse von Antiken nach historischer Reihenfolge erklären, Mittw. 12 Uhr.

Das Privatleben der Griechen und Römer wird in vergleichender Darstellung vortragen und durch Denkmäler erläutern Prof. *Wieseler*, 3 St. oder 4 St., 8 Uhr.

Im K. archäologischen Seminar wird Prof. *Wieseler* öffentlich das 5. Buch des Pausanias erklären lassen, Sonnabend, 12 Uhr.

Die Abhandlungen der Mitglieder wird *Derselbe* privatissime beurtheilen, wie bisher.

Vergleichende Sprachlehre.

Vergleichende Grammatik der griechischen Sprache: Prof. *Fick*, 4 St., 10 Uhr.

Grammatik der litauischen Sprache: Dr. *Bezzenberger*, 2 St.

Uebungen im Gebiet der vergleichenden Lautlehre der indogermanischen Sprachen: Dr. *Bezzenberger*, 1 St., privatissime, unentgeltlich.

Zur Theilnahme an einer grammatischen Societät ladet Prof. *Fick* ein.

Orientalische Sprachen.

Die Vorlesungen über das A. und N. Testament s. unter Theologie S. 117. 118.

Arabische Grammatik: Prof. *Wüstenfeld*, privatissime.

Die arabische Sprache lehrt Prof. *de Lagarde*, 4 St., 10 Uhr.

Unterricht in der chaldäischen Sprache ertheilt Prof. *Bertheau*, Dienstag und Freitag 2 Uhr.

Die neupersische Sprache lehrt Prof. *de Lagarde*, 2 St., Mont. u. Donnerst., 11 Uhr, öffentlich.

Sanskritgrammatik: Dr. *Bezzenberger*, 3 St.

Erklärung vedischer Lieder: Prof. *Benfey*, Mont. u. Donnerst., 5 Uhr.

Griechische und lateinische Sprache.

Platons Theaetet: Prof. *Peipers*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 8 Uhr.

Demosthenes Rede vom Kranze: Prof. *Sauppe*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag 9 Uhr.

Pausanias: s. Alterthumskunde S. 129.

Tacitus Historien: Prof. *von Leutsch*, 4 St., 10 Uhr.

Lateinische Grammatik: Prof. *Sauppe*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag, früh 7 Uhr.

Im K. philologischen Seminar leitet die schriftlichen Arbeiten und Disputationen Prof. *von Leutsch*, Mittwoch 11 Uhr, lässt ausgewählte Reden des Lysias erklären Prof. *Sauppe*, Montag und Dienstag 11 Uhr, lässt Statius Silven Prof. *Wachsmuth* erklären, Donnerstag und Freitag 11 Uhr, alles öffentlich.

Im philologischen Proseminar leiten die schriftlichen Arbeiten und Disputationen die Proff. *von Leutsch*, *Sauppe* und *Wachsmuth*, Mittwoch 2 und 3 Uhr, Sonnabend 11 Uhr; lässt ausgewählte Reden des Lysias Prof. *Sauppe*, Mittw. 2 Uhr, Statius Silven Prof. *Wachsmuth*, Sonnabend, 11 Uhr, erklären, alles öffentlich.

Deutsche Sprache.

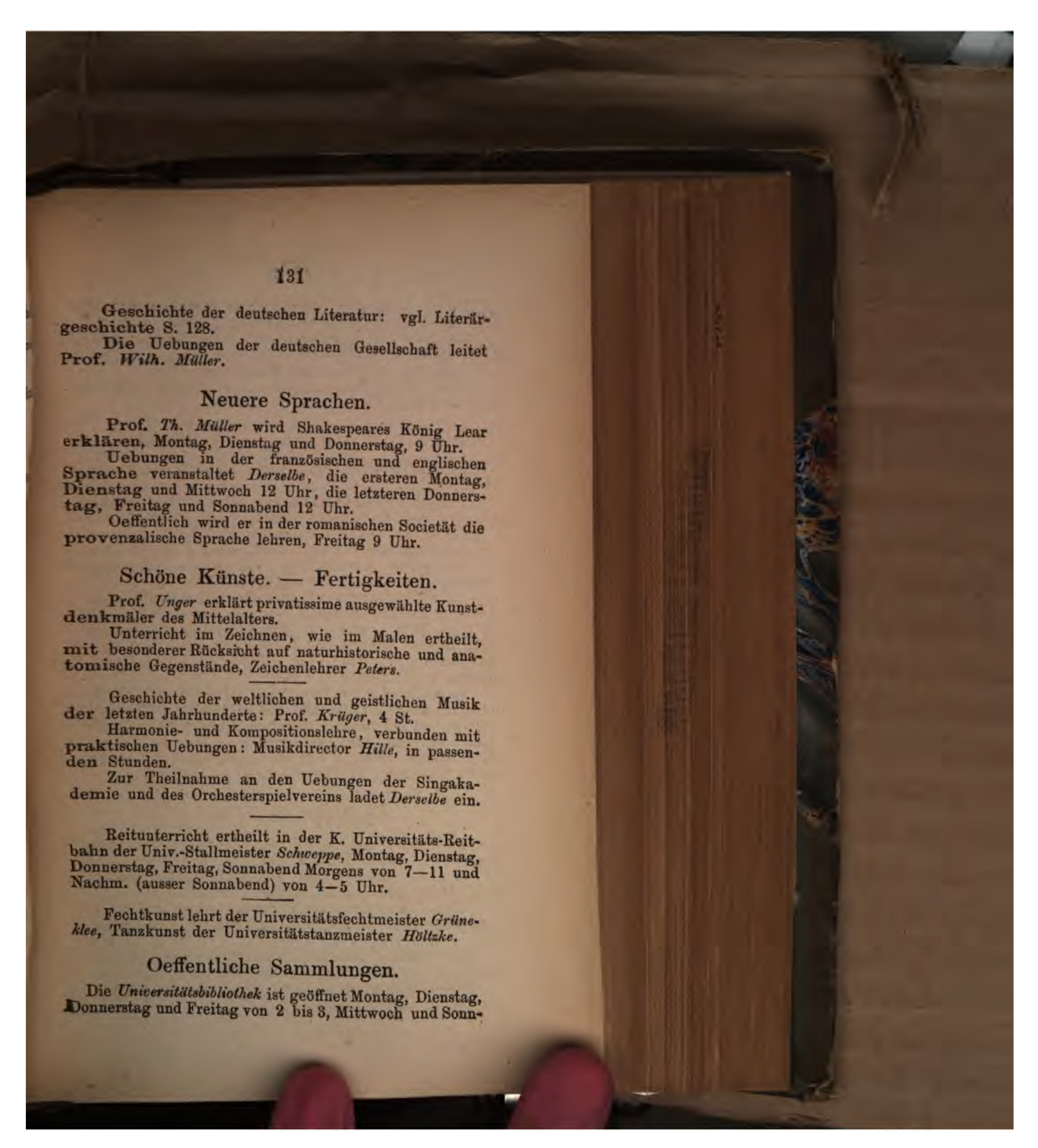
Historische Grammatik der deutschen Sprache: Prof. *Wilh. Müller*, 5 St., 3 Uhr.

Parzivâl von Wolfram von Eschenbach, erklärt Prof. *Wilh. Müller*, 4 St., 4 Uhr.

Altnordische Grammatik und Erklärung nordischer Prosatexte: Dr. *Wilken*, Montag, Dienstag, Donnerstag 11 Uhr.

Altsächsische Grammatik und Erklärung des Heliand: Dr. *Wilken*, Mittwoch und Sonnabend, 11 Uhr.

Reineke Vos mit literarischer Einleitung: Dr. *Wilken*, einstündig, unentgeltlich.



Geschichte der deutschen Literatur: vgl. Literärgeschichte S. 128.

Die Uebungen der deutschen Gesellschaft leitet Prof. *Wilh. Müller*.

Neuere Sprachen.

Prof. *Th. Müller* wird Shakespeares König Lear erklären, Montag, Dienstag und Donnerstag, 9 Uhr.

Uebungen in der französischen und englischen Sprache veranstaltet *Derselbe*, die ersteren Montag, Dienstag und Mittwoch 12 Uhr, die letzteren Donnerstag, Freitag und Sonnabend 12 Uhr.

Oeffentlich wird er in der romanischen Societät die provenzalische Sprache lehren, Freitag 9 Uhr.

Schöne Künste. — Fertigkeiten.

Prof. *Unger* erklärt privatissime ausgewählte Kunstdenkmäler des Mittelalters.

Unterricht im Zeichnen, wie im Malen ertheilt, mit besonderer Rücksicht auf naturhistorische und anatomische Gegenstände, Zeichenlehrer *Peters*.

Geschichte der weltlichen und geistlichen Musik der letzten Jahrhunderte: Prof. *Krüger*, 4 St.

Harmonie- und Kompositionslehre, verbunden mit praktischen Uebungen: Musikdirector *Hille*, in passenden Stunden.

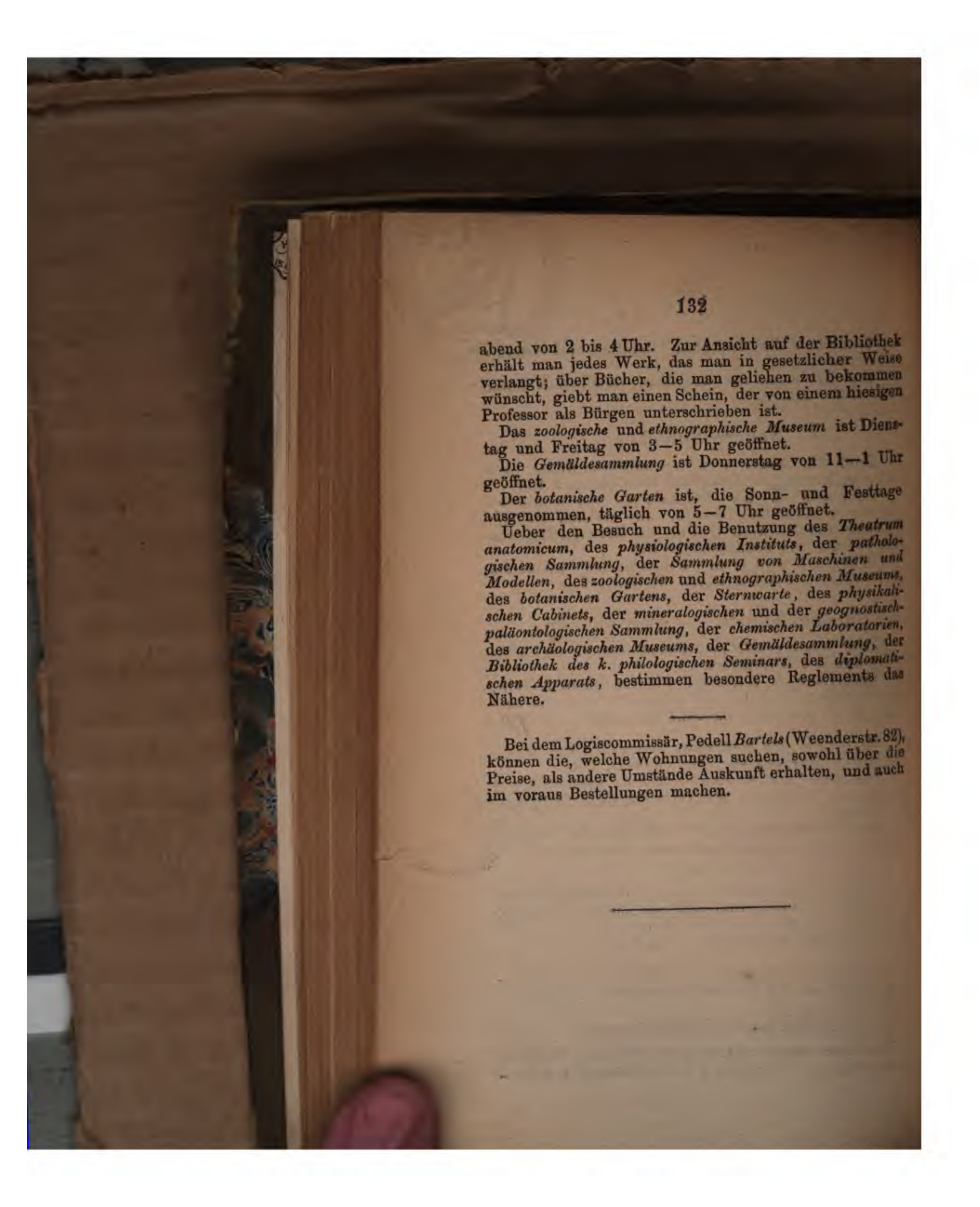
Zur Theilnahme an den Uebungen der Singakademie und des Orchesterspielvereins ladet *Derselbe* ein.

Reitunterricht ertheilt in der K. Universitäts-Reitbahn der Univ.-Stallmeister *Schweppe*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag, Sonnabend Morgens von 7—11 und Nachm. (ausser Sonnabend) von 4—5 Uhr.

Fechtkunst lehrt der Universitätsfechtmeister *Grünekl ee*, Tanzkunst der Universitätstanzmeister *Höltzke*.

Oeffentliche Sammlungen.

Die *Universitätsbibliothek* ist geöffnet Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag von 2 bis 3, Mittwoch und Sonn-



abend von 2 bis 4 Uhr. Zur Ansicht auf der Bibliothek erhält man jedes Werk, das man in gesetzlicher Weise verlangt; über Bücher, die man geliehen zu bekommen wünscht, giebt man einen Schein, der von einem hiesigen Professor als Bürgen unterschrieben ist.

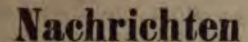
Das *zoologische* und *ethnographische Museum* ist Dienstag und Freitag von 3—5 Uhr geöffnet.

Die *Gemäldesammlung* ist Donnerstag von 11—1 Uhr geöffnet.

Der *botanische Garten* ist, die Sonn- und Festtage ausgenommen, täglich von 5—7 Uhr geöffnet.

Ueber den Besuch und die Benutzung des *Theatrum anatomicum*, des *physiologischen Instituts*, der *pathologischen Sammlung*, der *Sammlung von Maschinen und Modellen*, des *zoologischen* und *ethnographischen Museums*, des *botanischen Gartens*, der *Sternwarte*, des *physikalischen Cabinets*, der *mineralogischen* und der *geognostisch-paläontologischen Sammlung*, der *chemischen Laboratorien*, des *archäologischen Museums*, der *Gemäldesammlung*, der *Bibliothek des k. philologischen Seminars*, des *diplomatischen Apparats*, bestimmen besondere Reglements das Nähere.

Bei dem Logiscommissär, Pedell *Bartels* (Weenderstr. 82), können die, welche Wohnungen suchen, sowohl über die Preise, als andere Umstände Auskunft erhalten, und auch im voraus Bestellungen machen.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

15. März. № 7. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 4. März.

Holtz, Corresp., Einige wesentliche Verbesserungen an einfachen und zusammengesetzten Influenzmaschinen. (Vorgelegt von Wöhler.)
Fromme, Ueber die Constitution des Stahls und deren Zusammenhang mit seiner Magnetisirbarkeit. (Vorgelegt von Riecke.)
Benfey, Die Quantitätsverschiedenheiten in den Samhitâ- und Pada-Texten des Veda. (Erscheint in den Abhandlungen.)

Einige wesentliche Verbesserungen an einfachen und zusammengesetzten Influenzmaschinen.

Von

W. Holtz.

1. Die einfache Maschine.

Unter den verschiedenen Formen, welche ich der einfachen Maschine gab, hat sich die letzte vom Jahre 1869 mit einseitiger Unterstützung der Axe bis heute ohne wesentliche Verbesserungen erhalten. Dieselbe verdankt

ihre Entstehung theilweise einem Versuch des Hrn. Prof. Poggendorff, welcher zeigte, daß die Benutzung zweier Hülfsconductoren in directer Verbindung, welche ich früher nur flüchtig erwähnt [1]), bei einer gewissen schrägen Lage derselben dem Gebrauche eines Hülfsconductors vorzuziehn sei, sowie der Anregung des verstorbenen Geheimrath Magnus, welcher wiederholt die Nothwendigkeit hervorhob, die Uebersichtlichkeit der Maschine für Schulen durch Entfernung aller nicht unumgänglich nöthigen Stücke aus dem vorderen Bereich der Scheiben zu erleichtern. So geschah es, daß ich den beweglichen Isolator um einen Stahlzapfen schwingen ließ, welcher aus einer hinter den Scheiben befindlichen Holzsäule hervorragte, daß ich die Hülfsconductoren in eine einzige Metallröhre vereinigte, welche mittelst eines kleineren Zapfens in dem vorderen Ende jenes Zapfens befestigt war, daß ich die Träger der Hauptconductoren seitlich von der rotirenden Scheibe aufstellte und an letzteren zugleich die Leiter anbrachte, in welcher sich die Entladungsstangen verschoben. Die Isolirung der Axe vom Holzständer wurde durch ein eigens geformtes Ebonitstück, bestehend aus einem cylindrischen und einem scheibenartigen Theile bewirkt. Zur Haltung des festen Isolators diente eine von letzterem ausgehende Strebe, zur Regulirung seiner Stellung ein auf der Holzplatte verschiebbares Ebonitscheibchen mit einer dem Glasrande angepaßten Nute, sowie zwei durch die Stützen der Hauptconductoren reichende Schräubchen. Um diese Conductoren selbst der rotirenden Scheibe mehr oder weniger nähern, und um sie nach Bedürf-

1) Pogg. Annal. Bd. 127 S. 323.

niß auch ganz entfernen zu können, waren die Ebonitsäulen nicht fest in der Holzplatte befestigt, vielmehr conisch, und somit innerhalb gewisser Grenzen drehbar, in eine Metallfassung gesetzt, welche sich ihrerseits mittelst einer von Hrn. Borchardt erdachten Vorrichtung auf der Unterlage verschieben und feststellen ließ. Um den Hülfsconductoren bei jeder gewünschten Lage eine sichere Haltung zu geben, war der Zapfen, durch welchen sie befestigt wurden, mit einem längern Schlitz versehn, auf daß er mit Federkraft und der nöthigen Reibung in der betreffenden Oeffnung beweglich sei. Die Kurbelwelle drehte sich in einer längeren Metallröhre, welche im Kopfe eines niederen Ständers saß, welcher seinerseits, um die Schnur bequemer zu spannen, auf einer verschiebbaren Leiste befestigt war.

Bei einer solchen Einrichtung nun, wie ich sie hier zum bessern Verständniß des Folgenden genauer beschreiben mußte, konnte bereits vor Jahren eine Funkenlänge, welche dem Radius der rotirenden Scheibe gleich kam, erreicht werden. Ich habe mich seitdem vielfach mit Versuchen beschäftigt, welche eine günstigere Einrichtung der Conductoren sowohl, als der influenzirenden Flächen, zum Ziele hatten, bin aber fast immer auf negative Resultate gestoßen. Erst in neuster Zeit ist es mir durch verhältnißmäßig einfache Mittel gelungen, und zwar ohne, daß ich die Rotationsgeschwindigkeit beschleunigt, oder die quantitative Wirkung verringert hätte, die Funkenlänge weit über das bisherige Maximum d. h. fast bis zu $^2/_3$ des Scheibendurchmessers zu vergrößern. Die hierfür nöthigen Abänderungen in der Construction sind theilweise der Art, daß sie sich leicht auch

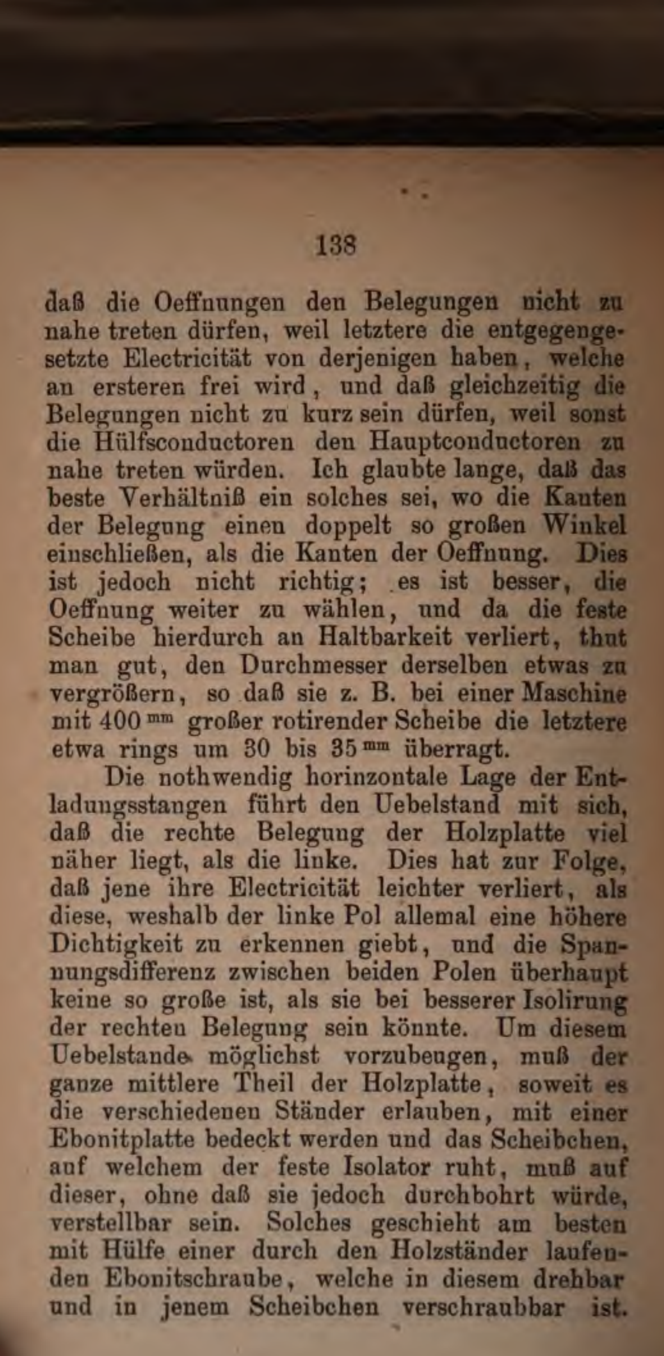
an bereits vorhandenen Exemplaren anbringen lassen.

Die Hauptconductoren bestanden bisher aus cylindrischen Röhren mit einander zugekehrten halbkugelförmigen Enden. Es wird schwerlich Jemandem, welcher oft mit der Maschine experimentirt hat, entgangen sein, daß an diesen Enden leicht electrische Verluste, sei es in Form von Glimmlicht oder Büschel, sei es in Form von Funken erfolgen, und ersteres namentlich an demjenigen Conductor, welcher jedesmal der negativ elektrischen Parpierfläche gegenübersteht. Verkürzt man die Conductoren, so verringert man die quantitative Leistung. Dasselbe geschieht, wenn man den Umfang der Röhren vergrößert, ohne gleichzeitig die Spitzen zu verlängern, weil man damit die Wirkung der letzteren schwächt. Verlängert man die Spitzen gleichzeitig, so finden nun leicht Verluste an diesen statt, an demjenigen Theile nämlich, welcher der Scheibe am fernsten ist und welchen die Elektricität gleichsam nicht mehr vollkommen umhüllt. Es liegt nun der Gedanke nahe, die Conductoren, soweit die Spitzen reichen, unverändert zu lassen, und nur das halbrunde Ende zu erweitern d. h. mit einer größeren Kugel zu versehn. Kugeln aus einem Isolator wären hierfür unbrauchbar, weil dort, wo das Metall aus ihnen hervortritt, gewissermaßen eine Kante entsteht, welche die Ausströmung besonders begünstigen würde. Kugeln aus festem Holz, geschliffen, aber unpolirt, wie ich sie vor Jahren bereits flüchtig empfohlen habe[1]), wirken nur solange günstig, als sie nicht rissig geworden, oder als sie nicht von der Electricität durchbrochen sind. Durch Metallkugen läßt

1) Pogg. Annal. Bd. 130, S. 302.

sich die Ausströmung vollkommen vermeiden, zumal, wenn sie gar nicht, oder nur äußerst schwach lackirt sind, aber die Conductoren werden hierdurch einander bedeutend genähert, so daß nunmehr leicht Ausgleichungen in Funkenform erfolgen. Es bleibt nur noch ein Mittel übrig, nämlich die Kugeln soweit über die Conductoren zu schieben, daß die innere Kugelfläche das halbrunde Ende berührt, und die letzten Spitzen entweder mit der nöthigen Verkürzung in der Kugel selbst zu befestigen, oder diese mit einem Schlitz zu versehn, um jenen den Eintritt zu gestatten. Solche verkürzten Spitzen wirken dann freilich nicht ganz, wie die andern, allein trotz dieser verringerten Wirkung wird doch die quantative Leistung der Maschine nicht geschwächt, weil die innere Organisation der Art, daß eine erhöhte intensive auch mittelbar eine erhöhte quantitative Wirkung zur Folge hat, eine Eigenthümlichkeit, auf welche ich weiter unten noch mehrfach zurückkommen werde.

Schon in früheren Arbeiten wies ich wiederholt darauf hin, daß die Größe der Oeffnungen in der festen Scheibe von wesentlichster Bedeutung sei. Ohne solche Oeffnungen würde die Ladung der rotirenden Scheibe entweder gar nicht, oder nur unvollkommen frei und könnte weder in die Papierspitzen noch in die Hauptconductoren strömen. Aber es genügt nicht, daß die Ladung frei wird, sondern sie soll auch womöglich bereits in größerer Entfernung auf die ebenerwähnten Stücke wirken, was unmittelbar eine größere intensive, mittelbar eine größere quantitative Wirkung zur Folge hat. Hiernach müßte man die betreffenden Oeffnungen soviel, wie möglich erweitern; aber diese Erweiterung hat ihre Grenze in dem Umstande,



daß die Oeffnungen den Belegungen nicht zu nahe treten dürfen, weil letztere die entgegengesetzte Electricität von derjenigen haben, welche an ersteren frei wird, und daß gleichzeitig die Belegungen nicht zu kurz sein dürfen, weil sonst die Hülfsconductoren den Hauptconductoren zu nahe treten würden. Ich glaubte lange, daß das beste Verhältniß ein solches sei, wo die Kanten der Belegung einen doppelt so großen Winkel einschließen, als die Kanten der Oeffnung. Dies ist jedoch nicht richtig; es ist besser, die Oeffnung weiter zu wählen, und da die feste Scheibe hierdurch an Haltbarkeit verliert, thut man gut, den Durchmesser derselben etwas zu vergrößern, so daß sie z. B. bei einer Maschine mit 400 mm großer rotirender Scheibe die letztere etwa rings um 30 bis 35 mm überragt.

Die nothwendig horinzontale Lage der Entladungsstangen führt den Uebelstand mit sich, daß die rechte Belegung der Holzplatte viel näher liegt, als die linke. Dies hat zur Folge, daß jene ihre Electricität leichter verliert, als diese, weshalb der linke Pol allemal eine höhere Dichtigkeit zu erkennen giebt, und die Spannungsdifferenz zwischen beiden Polen überhaupt keine so große ist, als sie bei besserer Isolirung der rechten Belegung sein könnte. Um diesem Uebelstande möglichst vorzubeugen, muß der ganze mittlere Theil der Holzplatte, soweit es die verschiedenen Ständer erlauben, mit einer Ebonitplatte bedeckt werden und das Scheibchen, auf welchem der feste Isolator ruht, muß auf dieser, ohne daß sie jedoch durchbohrt würde, verstellbar sein. Solches geschieht am besten mit Hülfe einer durch den Holzständer laufenden Ebonitschraube, welche in diesem drehbar und in jenem Scheibchen verschraubbar ist.

Um aber auch andre leitende Theile möglichst aus der Nähe der Belegung zu entfernen, ist es rathsam, die erwähnten Metallfassungen am Fuße der Ebonitsäulen durch solche aus eben dieser Masse zu ersetzen, desgleichen die Schnur anstatt aus Hanf, aus Seide bestehn zu lassen.

Da sich nun die Funkenlänge durch die erwähnten Mittel soweit vergrößern läßt, daß die bisherige Entfernung der beiden Kugeln, zwischen welchen sich die Elektroden bewegen, nicht mehr ausreicht, so sind die Röhren, welche jene Kugeln mit den Hauptconductoren verbinden, möglichst nach außen zu rücken, so daß sie also nicht mehr der Mitte, sondern dem Ende der Conductoren und zwar unmittelbar neben der Ebonitsäule entspringen. Auch ist es gut, diesen Röhren eine größere, als die bisher gebräuchliche, Länge zu geben, damit die Elektroden weiter von den mit ihnen ungleichnamig elektrischen Conductorenden entfernt werden. Diese Veränderungen bedingen aber eine größere Breite der Unterlage, um die Condensatoren noch ferner unterhalb der Kugeln, durch welche die Entladungsstangen gehn, placiren zu können. Damit man bei der vergrößerten Schlagweite nicht Gefahr laufe, daß sich die rechte Entladungsstange nach der Hand, welche die Kurbel dreht, entlade, sind die Füße der Unterlage etwas zu erhöhen und der Ständer, welcher die Kurbelwelle trägt soweit zu verkürzen, daß sich das Schnurrad fast unmittelbar über die Tischfläche bewegt. Dies hat zugleich eine größere Entfernung der beiden Schnurräder zur Folge, weil die Schnur sonst die rechte Kante der Holzplatte berührte, und diese größere Entfernung, wenn sie auch einen größeren Raum beansprucht, bietet doch zugleich den Vortheil,

daß das kleinere Schnurrad weiter umspannt und desto sicherer getrieben wird.

Dies wäre etwa die Anordnung, welche der neuen Wirkungsweise der Maschine entspräche. Ich lasse es jedoch dahingestellt, ob es nicht für die mechanische Ausführung bequemer wäre, auch die Träger der Hauptconductoren in soweit zu verändern, daß man die Ebonitsäulen weiter nach vorne gerückt fest in die Unterlage setzte und durch ihre Köpfe die Röhren führte, welche vorne die Kugeln mit den Entladungsstangen, hinten die auf ihnen verschiebbaren und zugleieh drehbaren Conductoren trügen — eine Anordnung, wie ich sie bei der weiter unten erwähnten Doppelmaschine benutzt.

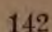
Noch muß ich erwähnen, daß auch die Größe der Elektroden, diejenige Größe nämlich, welche nöthig ist, um mit einer bestimmten Maschine das Maximum der Funkenlänge zu erreichen, nicht ganz unverändert blieb, weil die quantitative Wirkung nicht in demselben Verhältnisse, wie die intensive verbessert ist, und eine einseitige Verbesserung der letzteren nothwendig ein Wachsen jener Größe zur Folge hat. Uebrigens ist bei Bestimmung der Quantität die Stromstärke niederer Spannung von derjenigen höherer Spannung wesentlich zu trennen, da bei zwei Maschinen verschiedener Construction die eine gleich, die andere sehr ungleich ausfallen kann — eine Folge der bereits wiederholt erwähnten diesem Electromotor eigenthümlichen Wechselwirkung zwischen Quantität und Dichtigkeit.

2. Die Doppelmaschine.

Die erste wirkliche Doppelmaschine wurde im Jahre 1870 von Herrn Professor Poggen-

rff **construirt** und beschrieben[1]). Sie ist eine **oppelmaschine** im vollsten Sinne des Worts, eil **in ihr** fast alle für eine einfache Maschine öthige **Stücke** verdoppelt sind. Zwei einfache Maschinen sind nämlich in der Weise mit einander verbunden, daß man die eine als das Spiegelbild der andern betrachten kann. Nur an Stelle der vier Ebonitsäulen, welche die Hauptconductoren tragen, erheben sich nur zwei solcher Säulen in der Mitte der etwa 300 mm von einander entfernten Scheibenpaare. Ihre Verlängerung bilden zwei weite Metallröhren, welche mit den Conductoren in Verbindung stehn und oberhalb der Scheiben zwei große Kugeln tragen, in welchen sich die Entladungsstangen verschieben. Da jeder der beweglichen Isolatoren um eine gesonderte Axe rotirt, so bedarf es natürlich auch zweier großer Schnurräder, welche durch ein und dieselbe Welle in Bewegung gesetzt werden. Diese Anordnung gewährt den Vortheil, daß die Axen geringeren Schwankungen ausgesetzt sind, daß die Schnüre sicherer ziehn, und daß man jedes der Scheibenpaare nach Belieben ausschalten kann. Etwas unbequem freilich ist die hohe Lage der Entladungsstangen, jedoch nur dann, wenn man sich der Maschine zu längern Untersuchungen bedient. Die quantative Leistung ist wie sich voraussehn ließ, gleich der doppelten einer einfachen Maschine. Auch die Funkenlänge ist ein wenig größer, als sie sonst eine einfache Maschine zu liefern pflegt, und zwar deshalb, weil eine stärkere Elektricitätserregung die an den Conductoren oder an den Elektroden selbst durch Ausströmung entstehenden Verluste schneller ersetzt. Die in Rede

1) Pogg. Annal. Bd. 141.



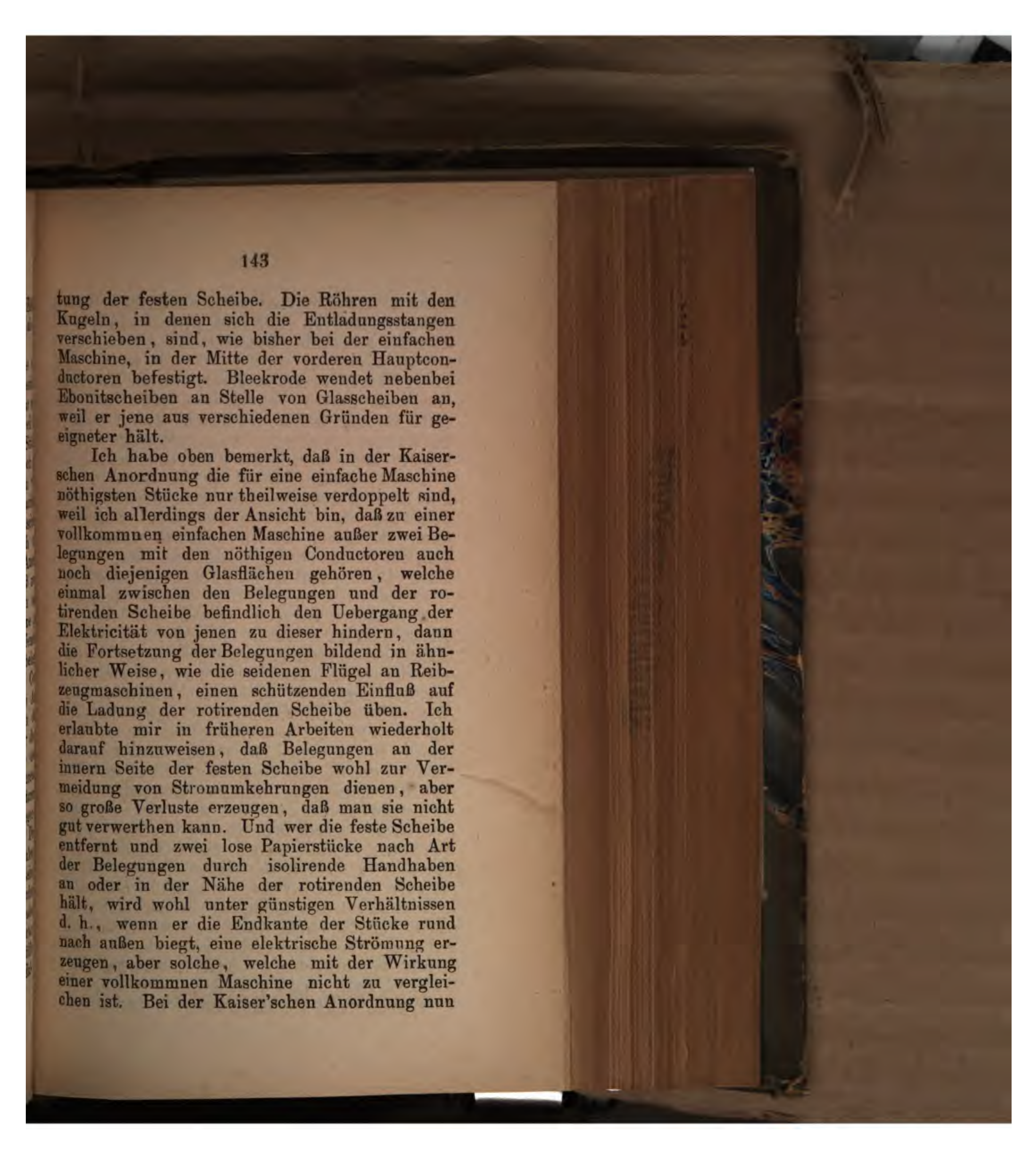
stehende Maschine hat übrigens solchen Beifall gefunden, daß Hr. Borchardt allein mehr als 50 Exemplare derselben versandt hat.

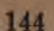
Aber bereits ein Jahr früher wurde von Hrn. Dr. P. Kaiser in Leyden eine Maschine construirt, welche ich zwar deshalb nur eine halbe Doppelmaschine nennen möchte, weil sie die für eine einfache Maschine nöthigsten Stücke nur theilweise verdoppelt [1]), welche jedoch an Wirkung, namentlich in der vor Kurzem von Dr. L. Bleekrode beschriebenen vereinfachten Construction [2]), der Poggendorff'schen Maschine wenig nachgeben dürfte und theoretisch von größtem Interesse ist. Die Kaiser'sche Anordnung charakterisirt sich kurz dadurch, daß zwei rotirende Scheiben, zwischen denen sich eine feste befindet, auf eine und dieselbe Axe gesetzt sind. Die feste, mit den betreffenden Oeffnungen versehn, ist an beiden Seiten belegt, und den Belegungen stehn die nöthigen Conductoren gegenüber. Bleekrode hat diese Anordnung mit meiner letzten Construction der einfachen Maschine verbunden, indem er derselben die einseitige Befestigung der Axe und der vorderen Hülfsconductoren entnahm, während die Befestigung der hintern Hülfsconductoren derjenigen in der Maschine mit zwei entgegengesetzt rotirenden Scheiben entspricht. Die Hauptconductoren werden durch Ebonitsäulen, welche seitlich von der festen Scheibe stehn, an einer durch den Kopf der Säule laufenden kurzen Metallröhre getragen, so daß sich also zu jeder Seite der Säule ein solcher Conductor befindet. Die Säulen dienen zugleich mit Hülfe kleiner verschraubbarer Vorrichtungen zur Hal-

1) Les Mondes, 1869, t. XX p. 665.
2) Pogg. Annal. Bd. 156, S. 278.

tung der festen Scheibe. Die Röhren mit den Kugeln, in denen sich die Entladungsstangen verschieben, sind, wie bisher bei der einfachen Maschine, in der Mitte der vorderen Hauptconductoren befestigt. Bleekrode wendet nebenbei Ebonitscheiben an Stelle von Glasscheiben an, weil er jene aus verschiedenen Gründen für geeigneter hält.

Ich habe oben bemerkt, daß in der Kaiserschen Anordnung die für eine einfache Maschine nöthigsten Stücke nur theilweise verdoppelt sind, weil ich allerdings der Ansicht bin, daß zu einer vollkommnen einfachen Maschine außer zwei Belegungen mit den nöthigen Conductoren auch noch diejenigen Glasflächen gehören, welche einmal zwischen den Belegungen und der rotirenden Scheibe befindlich den Uebergang der Elektricität von jenen zu dieser hindern, dann die Fortsetzung der Belegungen bildend in ähnlicher Weise, wie die seidenen Flügel an Reibzeugmaschinen, einen schützenden Einfluß auf die Ladung der rotirenden Scheibe üben. Ich erlaubte mir in früheren Arbeiten wiederholt darauf hinzuweisen, daß Belegungen an der innern Seite der festen Scheibe wohl zur Vermeidung von Stromumkehrungen dienen, aber so große Verluste erzeugen, daß man sie nicht gut verwerthen kann. Und wer die feste Scheibe entfernt und zwei lose Papierstücke nach Art der Belegungen durch isolirende Handhaben an oder in der Nähe der rotirenden Scheibe hält, wird wohl unter günstigen Verhältnissen d. h., wenn er die Endkante der Stücke rund nach außen biegt, eine elektrische Strömung erzeugen, aber solche, welche mit der Wirkung einer vollkommnen Maschine nicht zu vergleichen ist. Bei der Kaiser'schen Anordnung nun

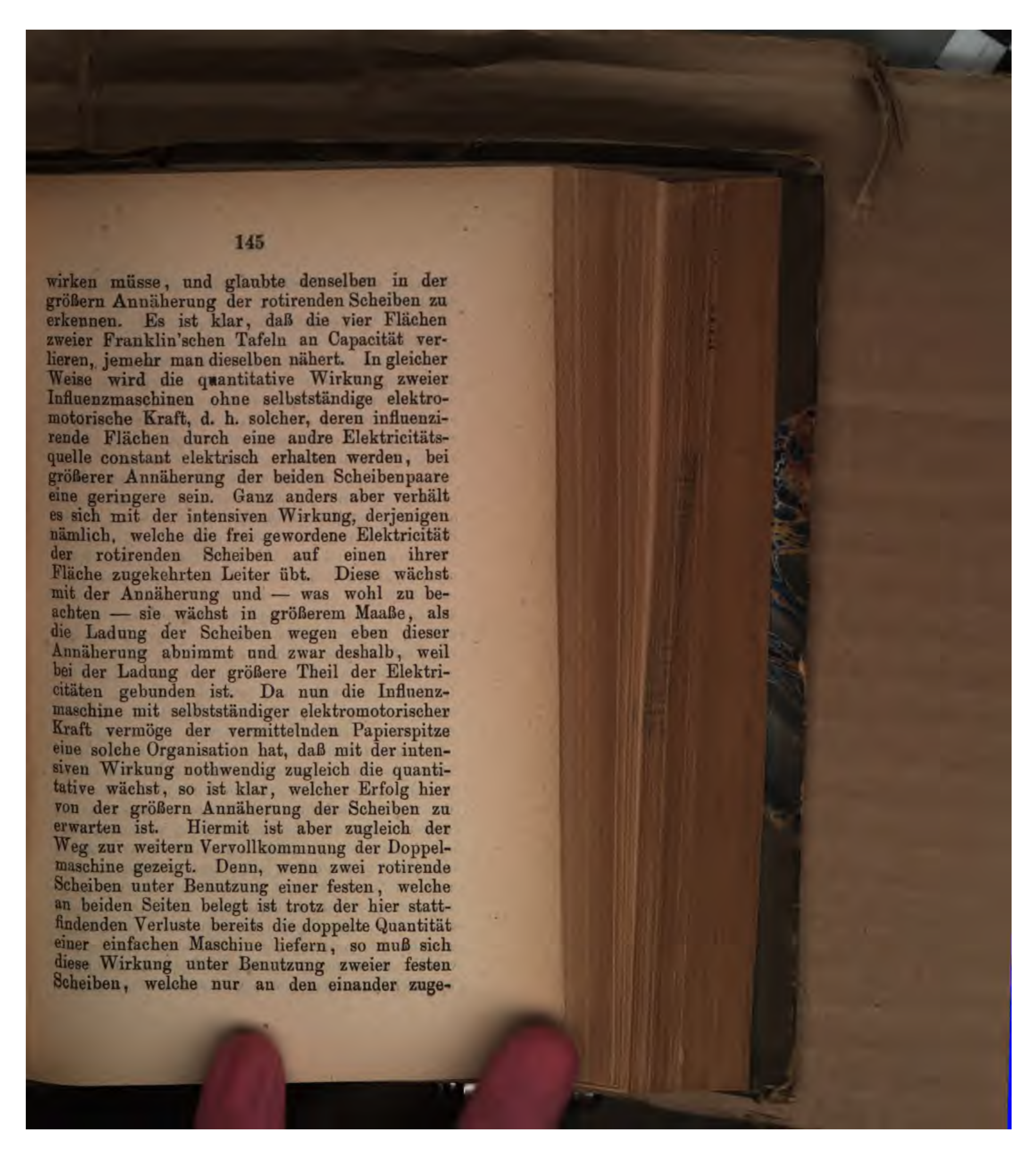




müssen solche Verluste nothwendig statt finden und doch heißt es, daß sich mit derselben die doppelte Quantität einer einfachen Maschine erreichen läßt.

Ich muß erwähnen, daß ich zu der Zeit, wo Kaiser seine Construction veröffentlichte, grade in eine längere Krankheit verfiel, welche mich Jahre lang an der Fortsetzung meiner Studien hinderte, und daß mir später nur wenig von der neuen Entdeckung bekannt wurde. Sonst würde mir der eben hervorgehobene Widerspruch ohne Zweifel schon früher aufgefallen sein und mich zu weiteren Versuchen über diesen Gegenstand angeregt haben. Die Arbeit Bleekrode's, welche Hr. Prof. Poggendorff die Güte hatte mir zu übersenden, hat meine Aufmerksamkeit erst in neuester Zeit auf die vorliegende Frage gelenkt, und wenn es mir in Folge dessen gelungen ist, die Construction der Doppelmaschine zu vervollkommnen, so habe ich es einerseits dieser Anregung, andrerseits der Unterstützung des Hrn. Borchardt zu verdanken, welcher nicht nur die mechanische Ausführung leitete, sondern mir auch häufig mit seinen Ideen zu Hülfe kam und übrigens seit längerer Zeit den Wunsch hegte, eine neue Doppelmaschine zu construiren.

Da ich keineswegs an der Richtigkeit der Bleekrode'schen Angaben zweifelte, daß mit einer festen und zwei rotirenden Scheiben die doppelte Quantität einer einfachen Maschine zu erzielen sei und da ich ebensowenig an meinen eignen Erfahrungen zweifeln konnte, wonach bei einem derartigen Arrangement große elektrische Verluste entstehn müssen, so schloß ich, daß hier noch ein bisher unbekannter, die elektromotorische Kraft begünstigender Factor mit-



wirken müsse, und glaubte denselben in der größern Annäherung der rotirenden Scheiben zu erkennen. Es ist klar, daß die vier Flächen zweier Franklin'schen Tafeln an Capacität verlieren, jemehr man dieselben nähert. In gleicher Weise wird die quantitative Wirkung zweier Influenzmaschinen ohne selbstständige elektromotorische Kraft, d. h. solcher, deren influenzirende Flächen durch eine andre Elektricitätsquelle constant elektrisch erhalten werden, bei größerer Annäherung der beiden Scheibenpaare eine geringere sein. Ganz anders aber verhält es sich mit der intensiven Wirkung, derjenigen nämlich, welche die frei gewordene Elektricität der rotirenden Scheiben auf einen ihrer Fläche zugekehrten Leiter übt. Diese wächst mit der Annäherung und — was wohl zu beachten — sie wächst in größerem Maaße, als die Ladung der Scheiben wegen eben dieser Annäherung abnimmt und zwar deshalb, weil bei der Ladung der größere Theil der Elektricitäten gebunden ist. Da nun die Influenzmaschine mit selbstständiger elektromotorischer Kraft vermöge der vermittelnden Papierspitze eine solche Organisation hat, daß mit der intensiven Wirkung nothwendig zugleich die quantitative wächst, so ist klar, welcher Erfolg hier von der größern Annäherung der Scheiben zu erwarten ist. Hiermit ist aber zugleich der Weg zur weitern Vervollkommnung der Doppelmaschine gezeigt. Denn, wenn zwei rotirende Scheiben unter Benutzung einer festen, welche an beiden Seiten belegt ist trotz der hier stattfindenden Verluste bereits die doppelte Quantität einer einfachen Maschine liefern, so muß sich diese Wirkung unter Benutzung zweier festen Scheiben, welche nur an den einander zuge-

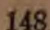
kehrten Flächen belegt sind, noch bedeutend verstärken.

Zur Ausführung dieser Idee wurde im Wesentlichen die Construction der einfachen Maschine benutzt. Die rotirenden Scheiben, auf derselben Axe sitzend, wurden durch ein Ebonitscheibchen von einander getrennt, welches, um den Abstand für die verschiedenen Versuche zu variiren, durch andre von verschiedener Dicke ersetzt werden konnte. Vor, aber zugleich seitlich von den Glasscheiben erhoben sich zwei isolirende Säulen, durch deren Köpfe zwei mit der Axe parallele Messingröhren liefen. Diese Röhren traten den festen Scheiben bis auf 10^{mm} nahe und waren zur Haltung derselben und zur Regulirung ihrer Lage mit schwer verschiebbaren Ringen aus Gummi oder Ebonit versehn, in deren Peripherie kleine Nuten eingedreht waren. Die Röhren dienten zugleich zur Haltung der Hauptconductoren, welche sich mit ihren kugelförmigen Enden auf denselben drehen und zugleich verschieben ließen. Das vordere Ende der Röhren endlich trug die Kugeln für die Entladungsstangen. Die Hülfsconductoren waren entweder vor oder hinter den Scheiben, oder an beiden Seiten zugleich an den bereits früher angedeuteten Punkten befestigt. In der Organisation der Maschine aber war eine doppelte Anordnung möglich, je nachdem die festen Scheiben nämlich innerhalb oder außerhalb der rotirenden ihre Stellung erhielten. Im ersteren Falle waren 4 vollkommne Haupt- und ebensoviele Hülfsconductoren nöthig, welche, wie in der Kaiser'schen Construction, außerhalb der Scheibenpaare lagen. Im letzteren Falle, welcher mehr der Poggendorff'schen Anordnung entspricht, waren die 8 Conductoren in halb-

Doppelconductoren verwandelt, d. h. in
Röhren, welche nach beiden Seiten mit
n besetzt waren, um sie innerhalb der
Scheibenpaare bei möglichster Annähe-
der letzteren placiren zu können. Hierbei
natürlich die Belegungen der festen Schei-
einander abgekehrt; und zur Befestigung
ülfsconductoren war eine Umführung um
der beiden Scheibenpaare nöthig. Um
Vergleich mit der Kaiser'schen Maschine
rmöglichen wurde eine besondere feste
e an beiden Seiten belegt. Für den Ver-
mit der einfachen Maschine konnten die
en Enden der in den Ebonitsäulen be-
en Messingröhren, wie es übrigens auch
e zuletzt genannte Anordnung nöthig war,
ugeln verdeckt werden. Die einander zu-
rtan Enden der Hauptconductoren waren
nit solchen Kugeln, wie ich sie oben für die
ne Maschine empfohlen habe, geschlossen.
ndes sind die Resultate der mit dem im
stehenden Apparat von Hrn. Borchardt
nir gemeinsam angestellten Versuche, wo-
e quantative Leistung der einfachen Ma-
= 1 gesetzt und die Schlagweite in Mil-
rn ausgedrückt ist:

	Quantität.	Schlagweite.
cheibenpaar	1	250
feste und 2 rot. Scheiben . .	2	260
e und 2 rot. Scheiben mit inliegenden Conductoren . . .	$2^3/_4$	290
e und 2 rot. Scheiben mit außenenden Conductoren	3	300

bessern Verständniß und zum Vergleich
ndern Maschinen sei noch erwähnt, daß
otirenden Scheiben einen Durchmesser



von 400^{mm}, die Spitzenreihen eine Länge von 92^{mm} und die Elektroden eine Größe von 28^{mm} hatten, daß ferner die Bestimmung der Quantität bei einer Schlagweite von 100^{mm} durch einfaches Zählen der Condensatorentladungen innerhalb einer bestimmten Anzahl von Kurbelumdrehungen erfolgte.

Im theoretischen Interesse habe ich noch einige andere Versuche angestellt, über die ich in aller Kürze berichten möchte.

Wurde nur eine feste Scheibe angewandt, aber eine solche, welche nur einseitig belegt war, so zeigte sich ein interessantes Verhalten in der Anwendung der Hülfsconductoren. Befanden sich nämlich die Belegungen an der hintern Fläche, so durften nur die vorderen Hülfsconductoren benutzt werden, und umgekehrt nur die hinteren, wenn die Belegungen an der vorderen Fläche waren. Aehnlich verhielt es sich, wenn die Scheibe zwar an beiden Seiten belegt, die Belegungen der einen Seite aber länger waren, so daß sie in circulärer Richtung diejenigen der andern überragten, und hatte selbst ein Unterschied von 5^{mm} auf die besprochene Wirkung schon den größten Einfluß. In allen diesen Fällen wirkte die Maschine fast wie bei einer regelrecht belegten Scheibe, aber nur bis zu einer gewissen Schlagweite. Darüber hinaus pflegte die Wirkung plötzlich abzunehmen und war dann selbst durch größere Annäherung der Elektroden nicht leicht wieder zu erneuern. Eine Umkehrung der Polarität fand bei einer regelrecht belegten festen Scheibe niemals statt. Aber auch bei zwei festen Scheiben fanden Umkehrungen viel seltener statt, als bei der einfachen Maschine, und zwar um so seltener, je näher einander die Scheibenpaare waren. Hier-

mit stimmt auch die Beobachtung, daß die Schlagweite, welche sich ohne Hülfsconductoren erreichen ließ, bei größerer Annäherung der Scheiben unverhältnißmäßig größer war. Eine sich aufhebende Wirkung der Scheibenpaare, wie sie leicht erfolgt, wenn man je zwei Conductoren zweier gesonderten Maschinen mit einander verbindet, und wären sie auch mit Hülfsconductoren der einen oder der andern Art armirt, habe ich im vorliegenden Falle niemals bemerkt. Ueber die Abhängigkeit der quantitativen und intensiven Wirkung von der Entfernung der Scheiben konnten nur beschränkte Versuche angestellt werden, da der Spielraum kaum 20 mm betrug, und lagen die Conductoren innen, überhaupt keine Variirung möglich war. Innerhalb dieser Grenzen konnte wohl in jedem Falle mit Zunahme der Entfernung eine Abnahme beider Wirkungen constatirt werden, die indessen nicht so bedeutend war, daß man nicht, um andere Vortheile zu erreichen, die festen Scheiben um einige Millimeter von einander trennen dürfte. Dies würde nämlich die Erregungsweise der Maschine erleichtern und zugleich eine bessere Verstellung der Scheiben gestatten.

Ich bemerke noch, daß man die Schlagweite einer jeden Maschine durch Schrägstellung der Hauptconductoren in demjenigen Sinne, daß sie sich von den Hülfsconductoren entfernen, um Einiges vergrößern kann. Dies Mittel, welches die zuletzt besprochene Befestigung derselben unmittelbar gestattet, wirkt natürlich nicht anders, als eine Verkürzung und hat somit eine verhältnißmäßige Abnahme der Quantität zur Folge. An Maschinen, wo eine Schrägstellung nicht möglich, müßte man für den angedeuteten

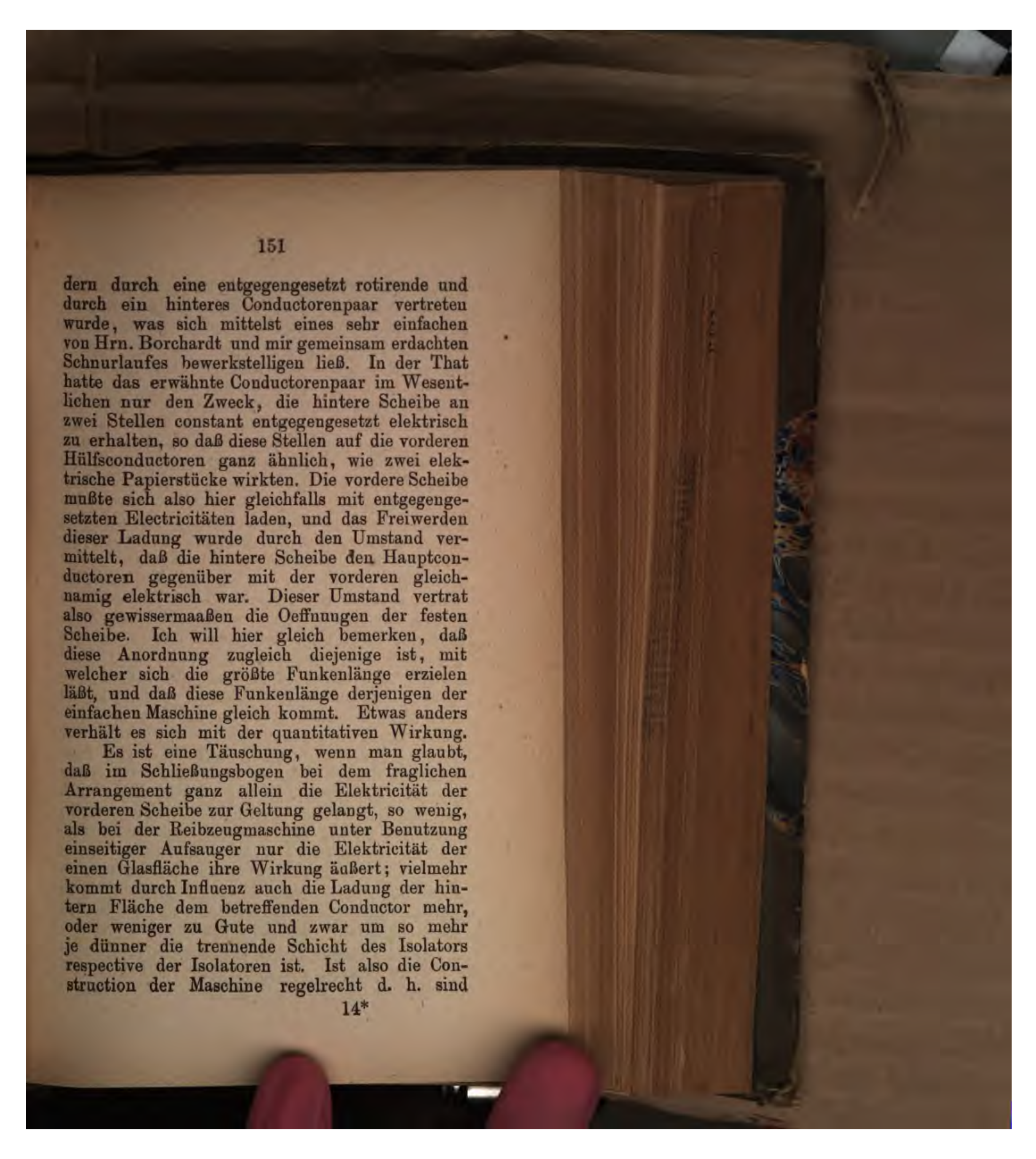
Zweck die Conductoren aus zwei in einander verschiebbaren Röhren bestehn lassen, um sie je nach Bedürfniß verkürzen oder verlängern zu können.

3. Die Maschine mit zwei entgegengesetzt rotirenden Scheiben.

Die Maschine mit zwei entgegengesetzt rotirenden Scheiben in ihrer neuen Gestalt, wie ich sie zuletzt im Jahre 1869 gleichzeitig mit der einfachen Maschine durch eine Abbildung veranschaulichte, ist seitdem Gegenstand verschiedener Untersuchungen gewesen, von denen ich die beiden größeren Arbeiten Poggendorffs[1]), welche vorzugsweise der nähern Beleuchtung der Theorie dieser Maschine gewidmet waren, hier nur kurz erwähnen will. Etwas ausführlicher muß ich mich über die angeblichen Verbesserungen verbreiten, welche Herr Musäus in der Construction dieses Apparates vornehmen zu müssen glaubte[2]). Es war damals, als ich die Abbildungen der beiden Maschinen gab, meine Absicht, Construction, Gebrauch und Theorie derselben in einer größeren gemeinsamen Abhandlung zu besprechen; ich wurde jedoch, wie bereits erwähnt, durch Krankheit an der Ausführung dieser Aufgabe verhindert. In jener Absicht aber geschah es, daß ich beide Maschinen möglichst ähnlich organisirte, damit dieselbe Construction zur Zusammenstellung beider Maschinen zu gebrauchen sei, um hierdurch zugleich die Anschaffung sowohl, als das theoretische Verständniß derselben zu erleichtern. Der einzige Unterschied bestand nämlich darin, daß die feste Scheibe der einen Maschine in der an-

1) Pogg. Annal. Bd. 150 und Jahrgang 1874.

2) Pogg. Annal. Bd. 143. S. 282 und 285 und Bd. 146, S. 288.



dern durch eine entgegengesetzt rotirende und durch ein hinteres Conductorenpaar vertreten wurde, was sich mittelst eines sehr einfachen von Hrn. Borchardt und mir gemeinsam erdachten Schnurlaufes bewerkstelligen ließ. In der That hatte das erwähnte Conductorenpaar im Wesentlichen nur den Zweck, die hintere Scheibe an zwei Stellen constant entgegengesetzt elektrisch zu erhalten, so daß diese Stellen auf die vorderen Hülfsconductoren ganz ähnlich, wie zwei elektrische Papierstücke wirkten. Die vordere Scheibe mußte sich also hier gleichfalls mit entgegengesetzten Electricitäten laden, und das Freiwerden dieser Ladung wurde durch den Umstand vermittelt, daß die hintere Scheibe den Hauptconductoren gegenüber mit der vorderen gleichnamig elektrisch war. Dieser Umstand vertrat also gewissermaaßen die Oeffnungen der festen Scheibe. Ich will hier gleich bemerken, daß diese Anordnung zugleich diejenige ist, mit welcher sich die größte Funkenlänge erzielen läßt, und daß diese Funkenlänge derjenigen der einfachen Maschine gleich kommt. Etwas anders verhält es sich mit der quantitativen Wirkung.

Es ist eine Täuschung, wenn man glaubt, daß im Schließungsbogen bei dem fraglichen Arrangement ganz allein die Elektricität der vorderen Scheibe zur Geltung gelangt, so wenig, als bei der Reibzeugmaschine unter Benutzung einseitiger Aufsauger nur die Elektricität der einen Glasfläche ihre Wirkung äußert; vielmehr kommt durch Influenz auch die Ladung der hintern Fläche dem betreffenden Conductor mehr, oder weniger zu Gute und zwar um so mehr je dünner die trennende Schicht des Isolators respective der Isolatoren ist. Ist also die Construction der Maschine regelrecht d. h. sind

beide rotirende Scheiben möglichst dünn und einander möglichst nahe, so kann die Anwendung von 4 Hauptconductoren oder die Hinzufügung von 2 hinteren, welche nach Musäus' Angabe den vorderen gegenüberstehn und mit denselben leitend verbunden sind, wohl die Quantität in Etwas erhöhen, aber keineswegs wie Derselbe anfangs meinte, verdoppeln. Ich hätte jedoch mit Rücksicht auf diese mir wohl bekannte Wirkung gewiß schon damals die Hinzufügung jener beiden hintern Conductoren empfohlen, wenn die besprochene beiden Maschinen angepaßte Form dies ohne große Umständlichkeiten gestattet hätte, und wenn ich nicht, wie bemerkt, aus theoretischen Gründen die vordere Scheibe möglichst unabhängig von der hinteren wirken lassen wollte. Herr Musäus hat später die 4 Hauptconductoren gegen einander verschoben und die Bemerkung gemacht, daß hierdurch die Quantität noch viel bedeutender, diesmal aber auf Kosten der Intensität verstärkt werden könne. Aber auch diese Entdeckung war gewissermaßen eine Täuschung, insofern durch diese Anordnung keine andere Form geschaffen wurde, als diejenige, welche ich bereits in meinem ersten Aufsatz über die vorstehende Maschine als für den quantitativen Effect am meisten geeignet empfahl[1]), wie Herr Prof. Poggendorff dies auch in seiner Kritik der Musäus'schen Anordnung, wenn auch nur kurz, anzudeuten scheint[2]). Es ist klar, daß, wenn man 4 Conductoren in den Schließungsbogen schaltet, welche gleitzeitig Ladungs- und Entladungsconductoren sind, die Stromstärke viel bedeutender ist, als wenn nur 2 solcher Conductoren wirken, oder 4, welche

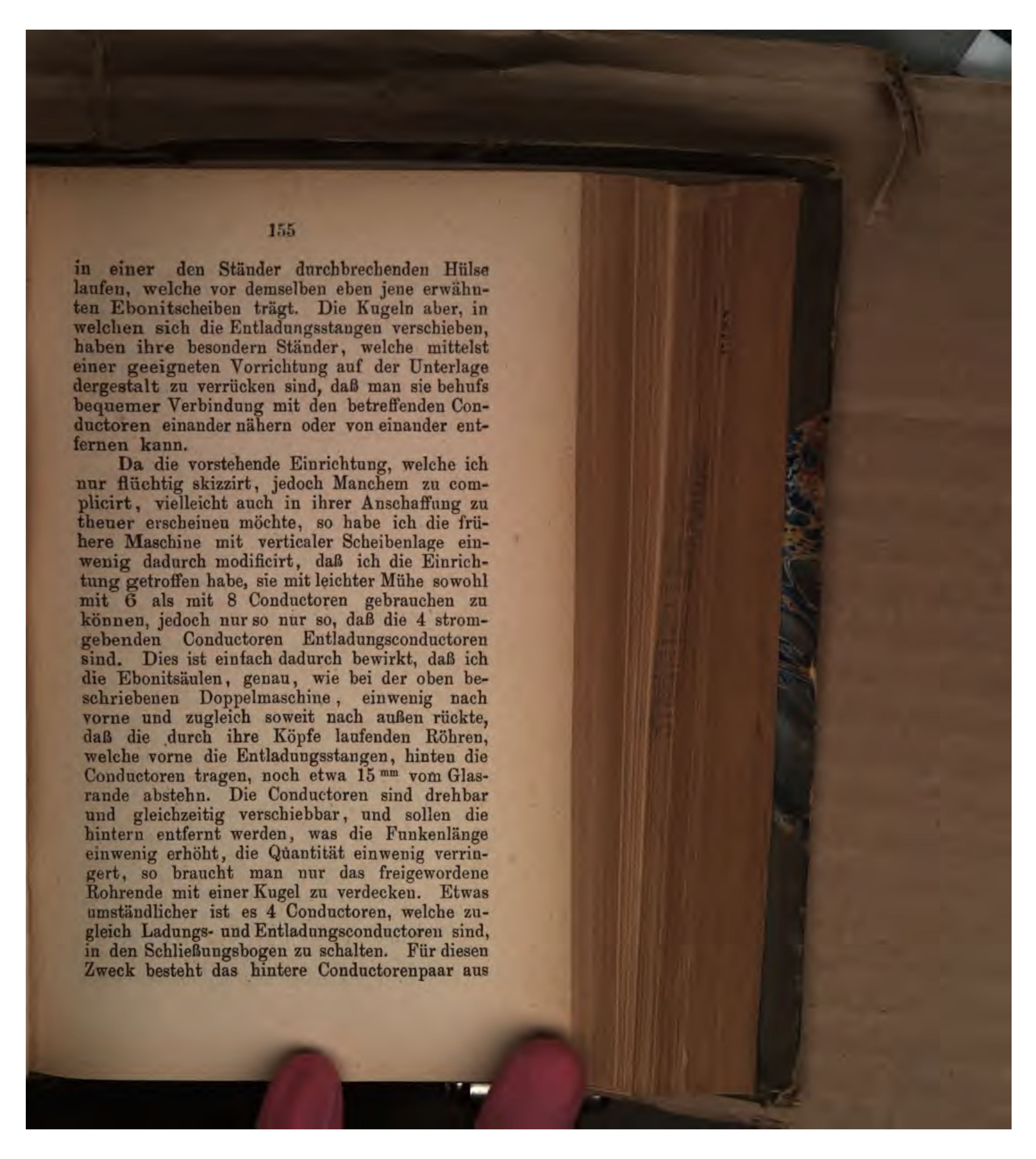
1) Pogg. Annal. Bd. 130, S. 168.
2) Pogg. Annal. Bd. 150, S. 14.

jedoch nur Entladungsconductoren sind. Sollen jedoch 4 Conductoren gleichzeitig als Ladungs- und Entladungsconductoren benutzt werden, was neben einer verhältnißmäßig geringen Schlagweite noch den Uebelstand mit sich führt, daß sich der Strom leicht ganz verliert, so ist es jedenfalls richtiger, wie ich es in jener meiner ersten Arbeit vorschlug, sie in abwechselnder Reihenfolge vor und hinter den Scheiben in gleichen Intervallen zu vertheilen und alle übrigen Conductoren als überflüssig zu entfernen. Denn mit 8 Conductoren in der zuletzt besprochenen Musäus'schen Anordnung kann keine größere Quantität erreicht werden, als wenn nur 4 in der angedeuteten Weise vertheilt und ordnungsmäßig combinirt sind. Wohl aber läßt sich mit 8 Conductoren noch eine viel größere Stromstärke erzielen, wenn man alle zugleich als Ladungs- und Entladungsconductoren wirken läßt, wenn man sie nämlich in abwechselnder Reihenfolge vor und hinter den Scheiben vertheilt, immer je zwei auf einanderfolgende verbindet, von diesen 4 Verbindungen wieder je zwei gegenüberliegende combinirt und von hier aus Leitungen nach den Polen führt.

Für die besprochenen verschiedenen Anordnungen, welche sich, wenn auch ohne praktischen Vortheil, noch bedeutend vervielfältigen lassen, ist die horinzontale Lage der Scheiben viel geeigneter, als die vertikale, wie man z. B. bei jener ersten Maschine nur die beiden den Schnurscheiben zunächst befindlichen Conductoren einfach zu verbinden braucht, um die beiden andern nur als Entladungsconductoren d. h. mit verringerter quantitativer, aber erhöhter intensiver Kraft wirken zu lassen. Wenn ich trotzdem von der horinzontalen Lage abging,

so geschah es vorzugsweise der Raumersparniß, der leichteren Uebersichtlichkeit und der bequemeren Handhabung der Entladungsstangen wegen, und da diese Gründe allerdings wesentlich sind, so habe ich mich bemüht, eine Construction zu ersinnen, welche auch bei vertikaler Lage der Scheiben alle nur möglichen Combinationen leicht gestattet.

Diese Construction ist darauf basirt, daß an der vorderen Seite des Holzständers zwei große unabhängig von einander mit der nöthigen Reibung drehbare Ebonitscheiben sitzen, deren jede an ihrer Peripherie 4 gleichmäßig vertheilte in radicaler Richtung laufende Messingröhren trägt, welche so lang sind, daß ihre freien mit Kugeln besetzten Enden den Durchmesser der Glasscheiben etwas überragen. Von diesen Kugeln gehen nach vorne ebensoviele horinzontal und parallel gerichtete Röhren aus, welche lang genug sind, um an ihnen die nöthigen Conductoren, sowohl vor, als hinter den Scheiben, drehbar und zugleich verschiebbar befestigen zu können. Auf diese Weise sind nicht nur alle möglichen Verstellungen der Conductoren gestattet, sondern sie lassen sich auch nach Wunsch, sei es für sich allein, sei es sammt ihren Trägern durch Umdrehen oder Abziehen völlig eliminiren. Die nöthigen Verbindungen aber können unmittelbar an oder in der Nähe der Ebonitscheiben bewirkt werden und stören somit den Ueberblick über die in Action befindlichen Stücke nicht. Damit ferner der Schnurlauf für die Verstellung der Conductoren in keiner Weise hinderlich sei, befinden sich die kleinen Schnurräder hinter dem Ständer, was nur dadurch möglich ist, daß die rotirenden Axen respective *Hülsen* nicht auf einem Zapfen, sondern selbst

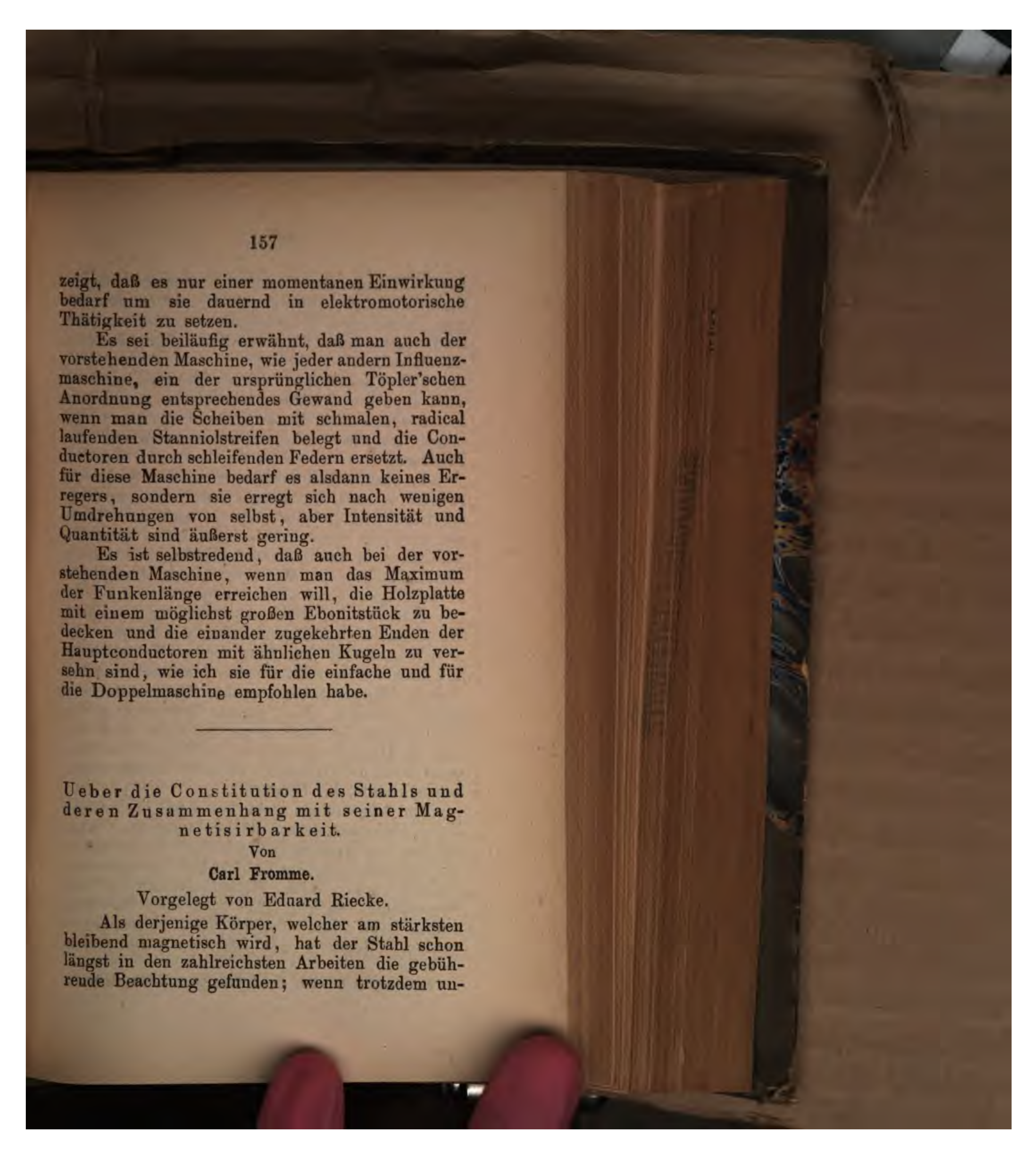


in einer den Ständer durchbrechenden Hülse laufen, welche vor demselben eben jene erwähnten Ebonitscheiben trägt. Die Kugeln aber, in welchen sich die Entladungsstangen verschieben, haben ihre besondern Ständer, welche mittelst einer geeigneten Vorrichtung auf der Unterlage dergestalt zu verrücken sind, daß man sie behufs bequemer Verbindung mit den betreffenden Conductoren einander nähern oder von einander entfernen kann.

Da die vorstehende Einrichtung, welche ich nur flüchtig skizzirt, jedoch Manchem zu complicirt, vielleicht auch in ihrer Anschaffung zu theuer erscheinen möchte, so habe ich die frühere Maschine mit verticaler Scheibenlage einwenig dadurch modificirt, daß ich die Einrichtung getroffen habe, sie mit leichter Mühe sowohl mit 6 als mit 8 Conductoren gebrauchen zu können, jedoch nur so nur so, daß die 4 stromgebenden Conductoren Entladungsconductoren sind. Dies ist einfach dadurch bewirkt, daß ich die Ebonitsäulen, genau, wie bei der oben beschriebenen Doppelmaschine, einwenig nach vorne und zugleich soweit nach außen rückte, daß die durch ihre Köpfe laufenden Röhren, welche vorne die Entladungsstangen, hinten die Conductoren tragen, noch etwa 15 mm vom Glasrande abstehn. Die Conductoren sind drehbar und gleichzeitig verschiebbar, und sollen die hintern entfernt werden, was die Funkenlänge einwenig erhöht, die Qüantität einwenig verringert, so braucht man nur das freigewordene Rohrende mit einer Kugel zu verdecken. Etwas umständlicher ist es 4 Conductoren, welche zugleich Ladungs- und Entladungsconductoren sind, in den Schließungsbogen zu schalten. Für diesen Zweck besteht das hintere Conductorenpaar aus

zwei wohl von einander isolirten Stücken. Die hinteren Hauptconductoren werden entfernt, desgleichen die vorderen Nebenconductoren. Die vorderen Hauptconductoren aber werden dergestalt mit jenen getrennten Stücken verbunden, daß je nach der Rotationsrichtung der Scheiben die Wirkung sich nicht in diesen Verbindungen aufhebt. Letztere sind mit Hülfe der als Verschlußstück dienenden, entsprechend durchbohrten Kugel sehr leicht zu gewinnen. Andere Combinationen aber sind bei der vorstehenden Construction nicht gut anwendbar. Herr Musäus benutzt zur Haltung der Hauptconductoren ein längliches Ebonitsück, welches zugleich die Kugeln mit den Entladungsstangen trägt und welches, wie sonst die Hülfsconductoren, mittelst eines Stifts in dem vorderen Ende des mittleren Stahlzapfens befestigt wird. Dies mag insofern einfacher scheinen, als es die Ebonitsäulen entbehrlich macht, ich meine jedoch daß diese Art der Befestigung nicht stabil genug ist.

Eine dritte angebliche Verbesserung des Hrn. Musäus endlich betrifft die Erregung der Maschine mittelst eines kleinen durch eine isolirende Handhabe an eine der Glasflächen zu haltenden amalgamirten Kissens, welches nach Analogie der Kundt'schen Reibzeug-Influenzmaschine wirkt. Für unlackirte Scheiben mag dies ganz zweckmäßig sein, wenn die Amalgamirung derart, daß sich weder Fett noch leitende Theile an die Glasfläche setzen. Lackirte Scheiben werden jedenfalls besser mittelst einer vorher elektrisirten Ebonitplatte erregt, und meine ich überhaupt, daß es für die Erklärung der Influenzmaschinen von welcher Beschaffenheit *diese* auch seien, instructiver ist, wenn man



zeigt, daß es nur einer momentanen Einwirkung bedarf um sie dauernd in elektromotorische Thätigkeit zu setzen.

Es sei beiläufig erwähnt, daß man auch der vorstehenden Maschine, wie jeder andern Influenzmaschine, ein der ursprünglichen Töpler'schen Anordnung entsprechendes Gewand geben kann, wenn man die Scheiben mit schmalen, radical laufenden Stanniolstreifen belegt und die Conductoren durch schleifenden Federn ersetzt. Auch für diese Maschine bedarf es alsdann keines Erregers, sondern sie erregt sich nach wenigen Umdrehungen von selbst, aber Intensität und Quantität sind äußerst gering.

Es ist selbstredend, daß auch bei der vorstehenden Maschine, wenn man das Maximum der Funkenlänge erreichen will, die Holzplatte mit einem möglichst großen Ebonitstück zu bedecken und die einander zugekehrten Enden der Hauptconductoren mit ähnlichen Kugeln zu versehn sind, wie ich sie für die einfache und für die Doppelmaschine empfohlen habe.

Ueber die Constitution des Stahls und deren Zusammenhang mit seiner Magnetisirbarkeit.

Von

Carl Fromme.

Vorgelegt von Eduard Riecke.

Als derjenige Körper, welcher am stärksten bleibend magnetisch wird, hat der Stahl schon längst in den zahlreichsten Arbeiten die gebührende Beachtung gefunden; wenn trotzdem un-

1) Welcher Stab nimmt mehr temporären Magnetismus auf?

2) Welcher mehr remanenten?

Die Antwort auf 1) fällt ganz entschieden zu Gunsten der angelassenen Stäbe aus, die desto stärker temporär magnetisch werden, je höher die Anlaßtemperatur ist. Ich übergehe dies hier und wende mich sofort zu 2).

Diese Frage ist seit Coulomb oft discutirt worden, ohne daß man jedoch zu einer Entscheidung gekommen wäre. Die Angaben der Beobachter waren vielmehr vollständig getheilt, die einen schrieben dem gehärteten, die anderen dem angelassenen Stahl das größere Vermögen zu, den Magnetismus zu bewahren. Von den hierbei Betheiligten führe ich nur an: Müller, Plücker, Wiedemann, Hansteen und Lamont, die ersteren drei für den gehärteten, die letzteren beiden für den angelassenen Stahl eintretend, wogegen Coulomb nach seinen zahlreichen Beobachtungen die Frage als eine offene betrachten mußte.

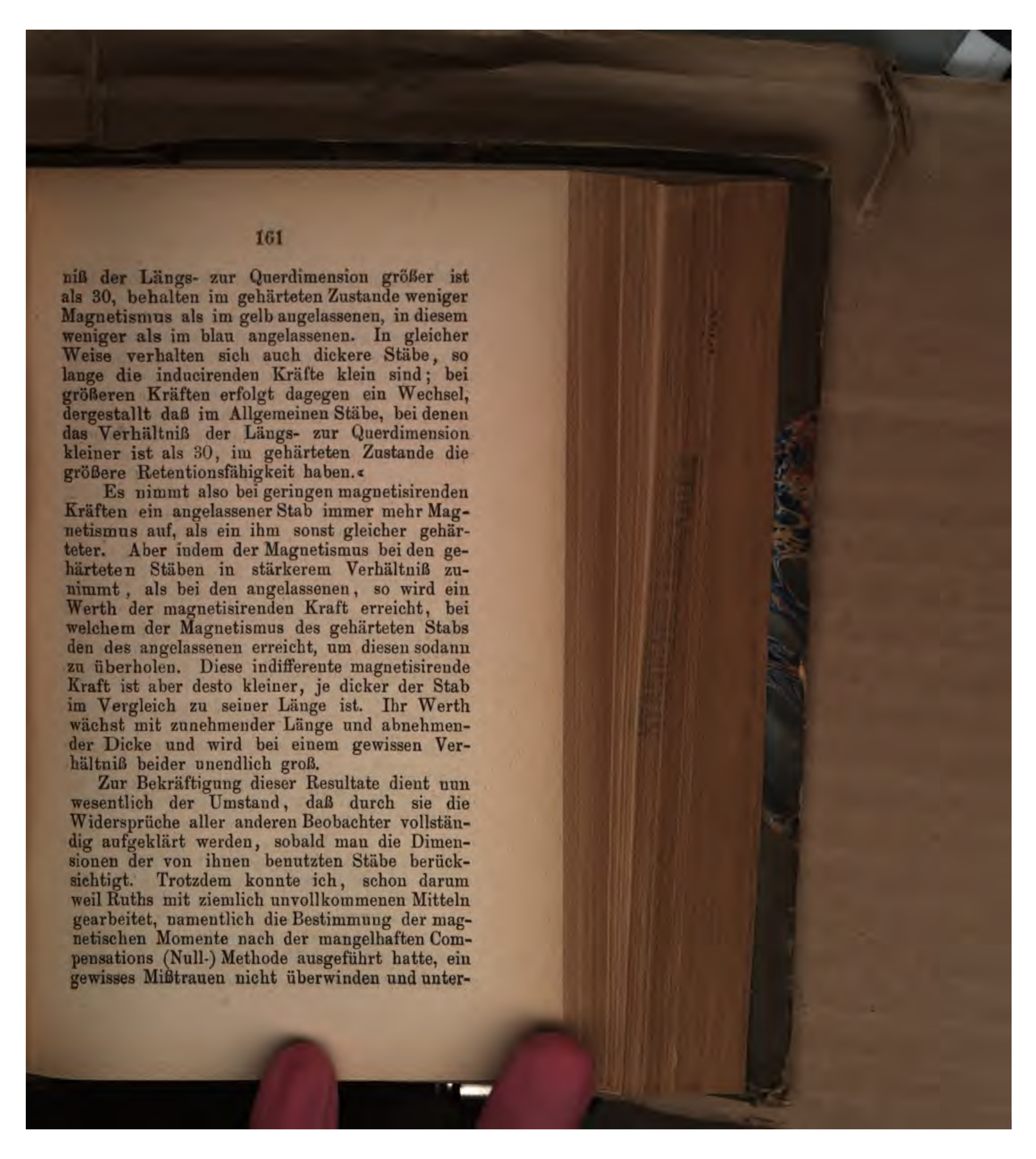
Als ich meine Untersuchungen über den Magnetismus weicher Stahlstäbe [1]) geschlossen hatte, war es meine Absicht, zu einer Prüfung hauptsächlich dieser Frage überzugehen, als mir eine Schrift zukam, in welcher dieselbe in der umfassendsten Weise bereits gelöst war.

Ruths [2]) findet, daß man, um zu einer Entscheidung zu gelangen, die Dimensionen der Stäbe in Betracht ziehen muß.

»Cylindrische Stäbe, bei denen das Verhält-

1) Diese Nachrichten 1875. Nr. 12. S. 297 flgde. Pogg. Annalen Band 155 und Ergänzungsband VII.

2) Ueber die Beziehung zwischen Härte und Magnetismus des Stahls. Inauguraldiss. Darmstadt 1874.



niß der Längs- zur Querdimension größer ist als 30, behalten im gehärteten Zustande weniger Magnetismus als im gelb angelassenen, in diesem weniger als im blau angelassenen. In gleicher Weise verhalten sich auch dickere Stäbe, so lange die inducirenden Kräfte klein sind; bei größeren Kräften erfolgt dagegen ein Wechsel, dergestallt daß im Allgemeinen Stäbe, bei denen das Verhältniß der Längs- zur Querdimension kleiner ist als 30, im gehärteten Zustande die größere Retentionsfähigkeit haben.«

Es nimmt also bei geringen magnetisirenden Kräften ein angelassener Stab immer mehr Magnetismus auf, als ein ihm sonst gleicher gehärteter. Aber indem der Magnetismus bei den gehärteten Stäben in stärkerem Verhältniß zunimmt, als bei den angelassenen, so wird ein Werth der magnetisirenden Kraft erreicht, bei welchem der Magnetismus des gehärteten Stabs den des angelassenen erreicht, um diesen sodann zu überholen. Diese indifferente magnetisirende Kraft ist aber desto kleiner, je dicker der Stab im Vergleich zu seiner Länge ist. Ihr Werth wächst mit zunehmender Länge und abnehmender Dicke und wird bei einem gewissen Verhältniß beider unendlich groß.

Zur Bekräftigung dieser Resultate dient nun wesentlich der Umstand, daß durch sie die Widersprüche aller anderen Beobachter vollständig aufgeklärt werden, sobald man die Dimensionen der von ihnen benutzten Stäbe berücksichtigt. Trotzdem konnte ich, schon darum weil Ruths mit ziemlich unvollkommenen Mitteln gearbeitet, namentlich die Bestimmung der magnetischen Momente nach der mangelhaften Compensations (Null-) Methode ausgeführt hatte, ein gewisses Mißtrauen nicht überwinden und unter-

nahm darum nochmals eine kleine Prüfung der Frage.

Acht Stahlstäbe, je vier von gleichen Dimensionen und zwar die einen (I) 7^{mm}, die anderen (II) 2^{mm} dick, alle von der gleichen Länge von 100^{mm}, wurden auf gleiche Weise gehärtet.

Die Temperaturen, bis zu welchen sie erhitzt waren, ergaben sich durch Berechnung aus den Temperaturen des zur Abkühlung dienenden Wassers etc. zu

I, 1.	1202° C.	II, 1.	1125° C.
2.	1242°	2.	1467°
3.	1174°	3.	947°
4.	1205°	4.	1190°

I, 1 und II, 1 blieben hart, I, 2 und II, 2 wurden bis zur Oxydationsfarbe gelb, I, 4 und II, 4 bis blau, I, 3 und II, 3 bis zum Verschwinden aller Oxydationsfarben angelassen. Die Stäbchen wurden sodann durch Streichen bis zur Sättigung magnetisirt und ihr magnetisches Moment aus der Beobachtung der Schwingungsdauer t abgeleitet.

Es ergaben sich folgende Werthe des Quotienten $\frac{\text{Gewicht}}{t^2}$, welcher dem magnetischen Moment proportional ist, gegenüber den bei gleicher Art der Magnetisirung für die rohen Stäbchen erhaltenen Werthen:

		Roh.			Roh.
I, 1.	1982.	660.	II, 1.	413.	232.
2.	1508.	630.	2.	448.	234.
4.	1118.	624.	4.	440.	263.
3.	1051.	606.	3.	475.	227.

Es bestätigen also diese Zahlen vollständig das Resultat von Ruths, wenigstens für starke magnetisirende Kräfte. Aus diesen Daten ergiebt

sich weiter die Folgerung, daß es bei dünneren Stäben sehr wenig, bei dickeren dagegen einen bedeutenden Unterschied macht, ob man den Stab gehärtet oder angelassen magnetisirt. Für sehr geringe magnetisirende Kräfte dagegen, die freilich in der Praxis nicht in Betracht kommen, würden nach Ruths die Magnetismen der dünneren Stäbe größere Differenzen aufweisen. Zugleich sieht man aber, entgegen einer vereinzelten Beobachtung von Lamont[1]) wie sehr unvortheilhaft es ist, rohe Stäbe zu Magneten zu benutzen, denn in jedem Falle nimmt die Retentionsfähigkeit durch die Härtung zu.

Eine Hauptfrage der Magnetisirung des Stahls ist somit wohl endgültig entschieden und zwar durch Herrn Ruths, dem jedenfalls die Priorität zukommt. Ganz neuerdings hat nämlich auch Gaugain[2]) der französischen Akademie einige Beobachtungen vorgelegt, deren Resultate mit denen von Ruths vollständig übereinstimmen. Die wesentlichen Folgerungen werden von ihm genau in der nämlichen Weise formulirt.

Gaugain versucht aber auch ein Erklärungsprincip, ungefähr wie folgt, aufzustellen.

»Der remanente Magnetismus eines Stahlstabs besteht aus zwei Theilen, einem durch die Scheidungskraft direkt erregten und einem durch die Wechselwirkung der magnetischen Theilchen inducirten.

Je größer die magnetisirende Kraft, desto größer ist der erstere, je größer zugleich auch die Wechselwirkung, desto größer der zweite Theil.

1) Handbuch des Magnetismus. S. 252.

2) Influence de la trempe sur l'aimantation. Comptes Rendus 1876 Nr. 2.

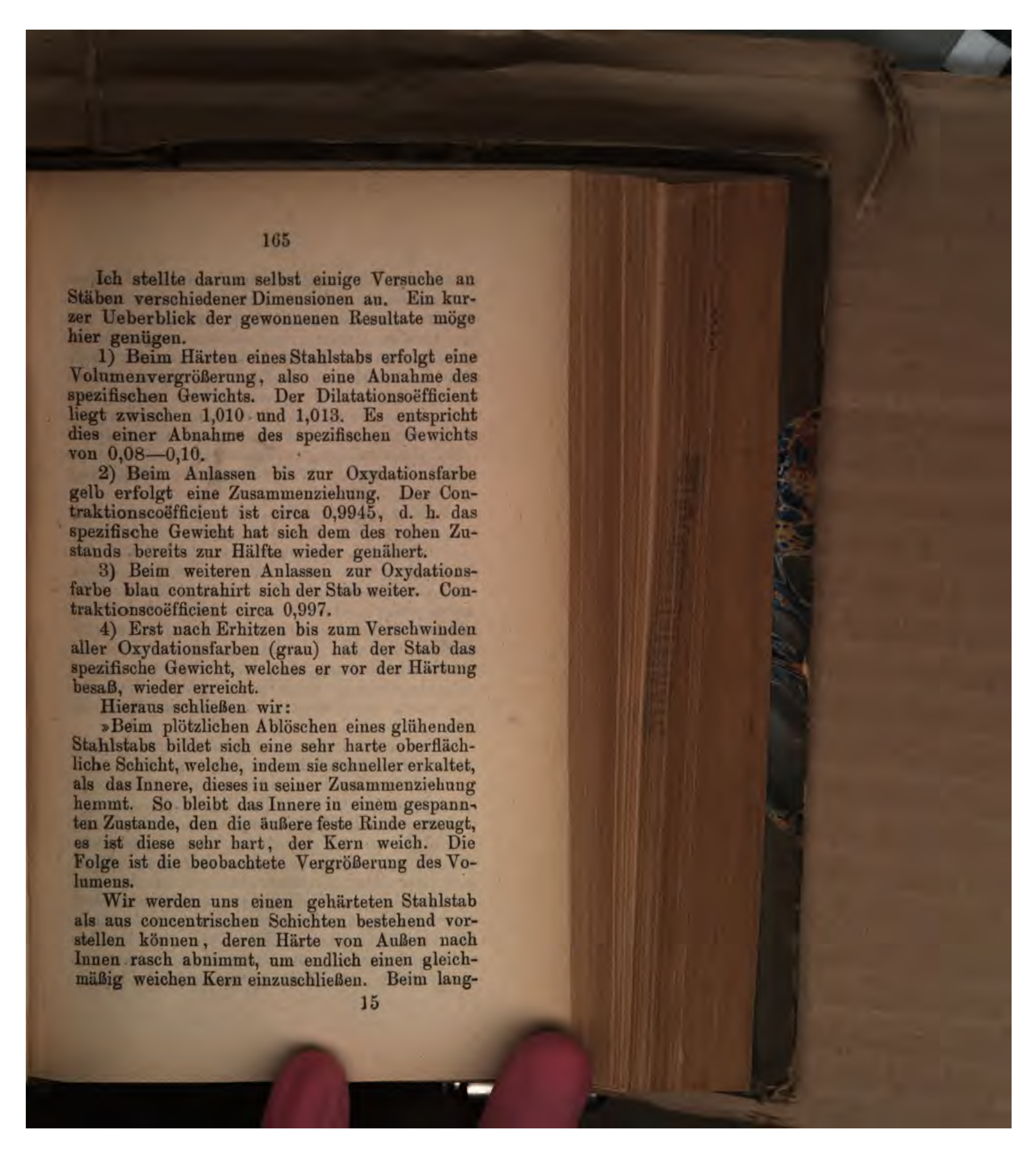
Wird ein Stahlstab gehärtet, so wird seine Coërcitivkraft verstärkt, der direkt erregte Magnetismus nimmt zu, zugleich aber nimmt mit wachsender Härte die Induktionsfähigkeit ab, es vermindert sich also der indirekt erregte Antheil.

Es kommt nun auf das Verhältniß des ersten zum zweiten Theil an. Da dieses größer bei dickeren, kleiner bei gestreckteren Stäben ist, so kann durch die Härtung sowohl eine Zu- als eine Abnahme des remanenten Magnetismus erreicht werden, das erstere, wenn die Verstärkung der Coërcitivkraft die Verminderung der Induktionsfähigkeit übersteigt, das zweite, wenn sie hinter derselben zurückbleibt.«

Hierdurch wird jedoch erstdann eine Erklärung, wenn auch nur für die Hauptthatsache, die durch meine vorhin mitgetheilten Versuche ausgedrückt wird, gewonnen sein, wenn man noch die Hypothese hinzufügt, daß die Schwächung der Wechselwirkung der Theilchen durch die Härtung der Größe der vorhinnigen Wechselwirkung proportional geht. Die Erscheinung der Umkehr bei dickeren Stäben ist hierdurch noch gar nicht erklärt.

Inzwischen bin ich zu einer anderen Ansicht über die mögliche Ursache dieser Erscheinungen geführt worden, die ich nun im Folgenden mittheilen will.

Als ich das spezifische Gewicht von Stahlstäbchen, roher, gehärteter und angelassener, die ich zu meinen weiteren Untersuchungen zu benutzen gedachte, feststellte, fand ich den Unterschied der spezifischen Gewichte eines rohen und eines gehärteten Stabs bedeutend größer, als ich mir vorgestellt hatte, und auch in Lamont's Handbuch sowie in einer Tabelle von spezifischen Gewichten angegeben fand.



Ich stellte darum selbst einige Versuche an Stäben verschiedener Dimensionen an. Ein kurzer Ueberblick der gewonnenen Resultate möge hier genügen.

1) Beim Härten eines Stahlstabs erfolgt eine Volumenvergrößerung, also eine Abnahme des spezifischen Gewichts. Der Dilatationsoëfficient liegt zwischen 1,010 und 1,013. Es entspricht dies einer Abnahme des spezifischen Gewichts von 0,08—0,10.

2) Beim Anlassen bis zur Oxydationsfarbe gelb erfolgt eine Zusammenziehung. Der Contraktionscoëfficient ist circa 0,9945, d. h. das spezifische Gewicht hat sich dem des rohen Zustands bereits zur Hälfte wieder genähert.

3) Beim weiteren Anlassen zur Oxydationsfarbe blau contrahirt sich der Stab weiter. Contraktionscoëfficient circa 0,997.

4) Erst nach Erhitzen bis zum Verschwinden aller Oxydationsfarben (grau) hat der Stab das spezifische Gewicht, welches er vor der Härtung besaß, wieder erreicht.

Hieraus schließen wir:

»Beim plötzlichen Ablöschen eines glühenden Stahlstabs bildet sich eine sehr harte oberflächliche Schicht, welche, indem sie schneller erkaltet, als das Innere, dieses in seiner Zusammenziehung hemmt. So bleibt das Innere in einem gespannten Zustande, den die äußere feste Rinde erzeugt, es ist diese sehr hart, der Kern weich. Die Folge ist die beobachtete Vergrößerung des Volumens.

Wir werden uns einen gehärteten Stahlstab als aus concentrischen Schichten bestehend vorstellen können, deren Härte von Außen nach Innen rasch abnimmt, um endlich einen gleichmäßig weichen Kern einzuschließen. Beim lang-

samen Erwärmen zu allmählig höheren Temperaturen ordnen sich die Molecüle wieder gleichmäßiger an, und man könnte glauben, daß mit der Anlaßtemperatur, bei welcher das spezifische Gewicht vor der Härtung wieder erreicht wird, auch der molekulare Zustand des Stabs wieder der gleiche sei. Dem widerspricht jedoch das magnetische Verhalten: Der viel größere Magnetismus der grauen Stäbchen gegenüber dem der rohen spricht hingegen für eine, von der des rohen Zustands verschiedene (krystallinische) Anordnung der Moleküle.

Nun ist mir aufgefallen, daß zwei sonst gleiche, aber verschieden dicke Stahlstäbe, auf gleiche Weise gehärtet, eine verschiedene Abnahme des spezifischen Gewichts durch die Härtung erfahren, eine größere die dünnen, eine kleinere die dicken Stäbe. Danach glaube ich schließen zu können, daß gehärtete und angelassene Stahlstäbe verschiedener Dicke aus dem Grunde ein verschiedenes magnetisches Verhalten zeigen, weil eben das Verhältniß des äußeren härteren Theils zu dem inneren weichen ein verschiedenes ist.

Ich denke mir den Vorgang der Magnetisirung eines gehärteten Stahlstabs folgendermaßen:

In jeder einzelnen Schicht erregt die Scheidungskraft einen bleibenden Magnetismus, dessen Größe continuirlich abnimmt von Außen nach Innen. Von dem remanenten Magnetismus jeder Schicht subtrahirt sich aber entgegengesetzter inducirter Magnetismus, welcher von dem remanenten aller übrigen Schichten erregt wird und dessen Größe von Außen nach Innen zunimmt. Das Verhältniß dieser beiden Theile zu einander ist bestimmend für die Größe des resultirenden *nach* Außen zur Wirkung kommenden Magne-

tismus[1]), bestimmend ferner, wenn es sich darum handelt, ob ein Stab im harten oder im angelassenen Zustande mehr Magnetismus aufnimmt. Es findet dann der mehr oder weniger große Werth des remanenten Magnetismus von Stahlstäben seine Erklärung, wenn man nicht nur die Gesetze des remanenten, sondern auch die des temporären, inducirten Magnetismus berücksichtigt.

Ohne auf die nähere Begründung dieser Hypothese einzugehen, die ich durch weitere Versuche noch mehr prüfen möchte, will ich nur eines Resultats von Holz[2]) erwähnen, das mir (zugleich mit einem andern Jamin's) zur Verifikation dienen kann. Als Holz gehärtete sowie angelassene, dann magnetisirte Stahlstäbe in Salzsäure auflöste, fand er mit Entfernung der äußeren Schichten das magnetische Moment der Gewichtseinheit mehr und mehr wachsend, in stärkerem Verhältniß jedoch bei den gehärteten, als bei den angelassenen Stäben.

Der Erklärungsgrund ergibt sich leicht nach meiner Hypothese, wie folgt.

Mit dem Entfernen der äußeren harten, jedenfalls am stärksten magnetischen Schichten wird zwar ein bedeutender Theil von Magnetismus mit entfernt, und man sollte danach eher eine Abnahme des magnetischen Moments der Gewichtseinheit erwarten. Daß das nicht erfolgt, ist ein Beweis, daß gleichzeitig auch entgegenwirkende Kräfte beseitigt werden, nämlich der entgegengesetzte inducirte Magnetismus. Dessen Einfluß war so groß, daß sogar das Moment der Gewichtseinheit zunimmt, und diese Zunahme

1) Cf. die Versuche von Lamont, l. c. S. 111.
2) Pogg. Annalen, Band 151. S. 79 flgde.

muß geringer sein bei den angelassenen Stäben, weil bei diesen die Ungleichheiten der Härte in den einzelnen Schichten durch das Anlassen zum Theil wieder aufgehoben waren.

Eine Besprechung des jedenfalls gar nicht genügenden Erklärungsgrunds, welchen Herrn Holz gibt, verspare ich mir auf eine demnächstige Mittheilung.

Universität.

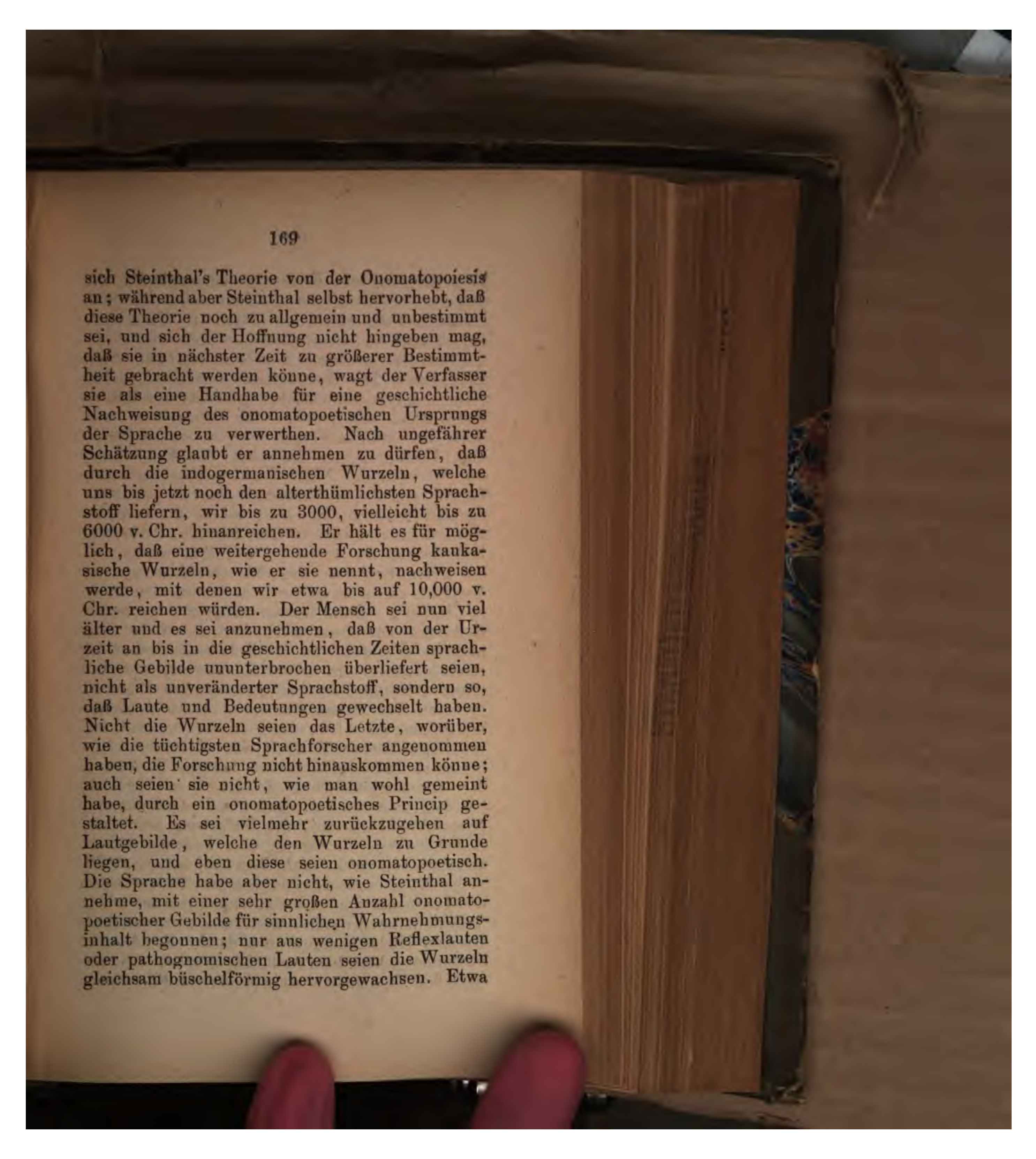
Beneke-Stiftung.

Am 11. März, dem Geburtstage des Begründers der Beneke'schen Preisstiftung ist der Vorschrift des Statutes gemäß in öffentlicher Sitzung der philosophischen Facultät das Ergebniß der Preisbewerbung für das Jahr 1876 verkündet.

Zur Lösung der für das Jahr 1876 gestellten Preisaufgabe der Stiftung ist der Facultät eine Schrift zugesandt mit dem Motto:

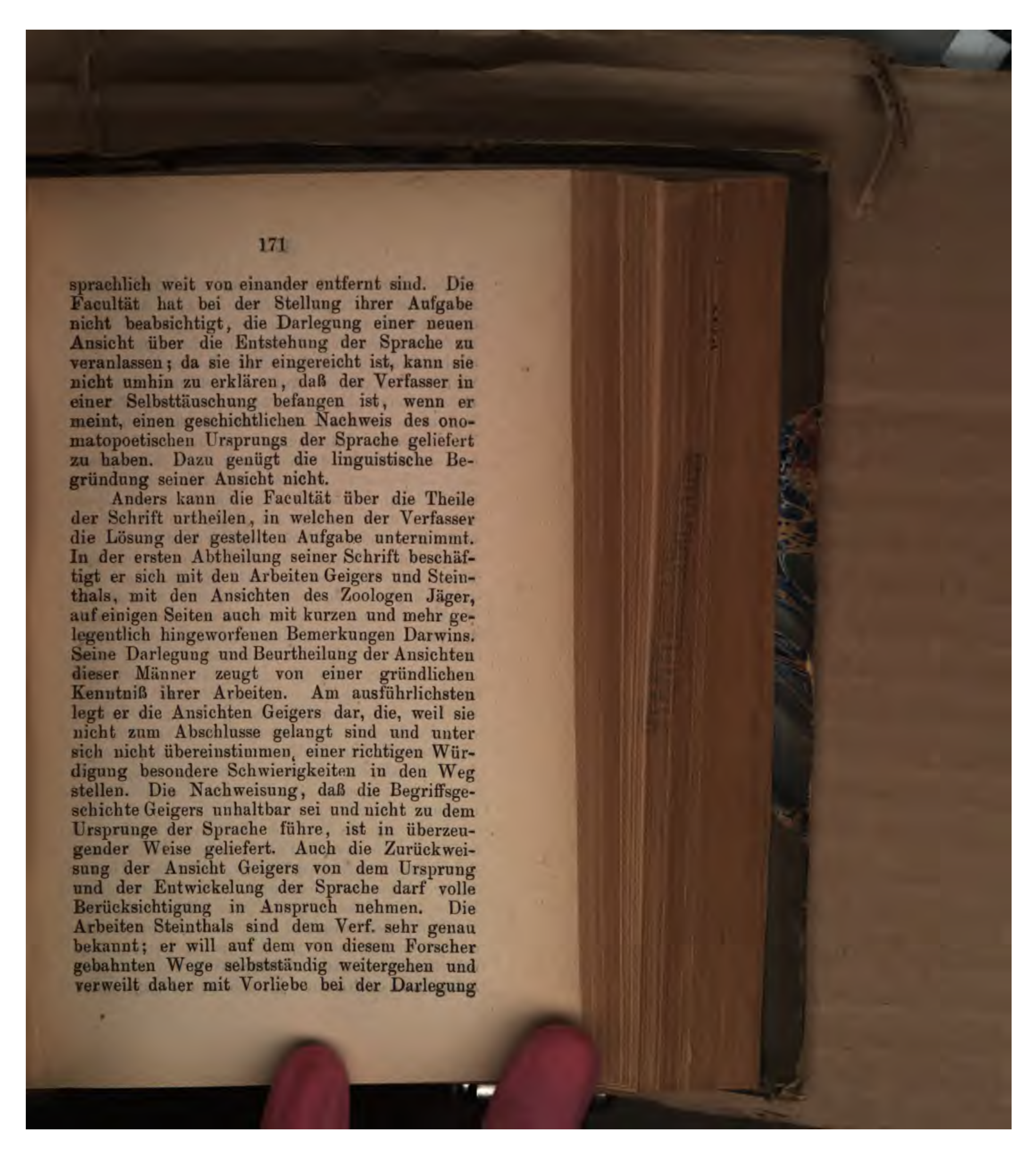
εἰ μὴ γὰρ ἦν Χρύσιππος, οὐκ ἂν ἦν ἐγώ.

Die Facultät hatte eine übersichtliche Darstellung der neueren auf die Entstehung der Sprache sich beziehenden Untersuchungen und zugleich eine Nachweisung und Beurtheilung der sprachwissenschaftlichen Begründung ihrer Ergebnisse zu dem in der Aufgabe bezeichneten Zwecke verlangt; der Verfasser der eingereichten Schrift ist nicht nur auf die Untersuchungen Anderer eingegangen, er hat auch seine Ansicht über die Entstehung der Sprache ausführlich dargelegt und zu begründen versucht. Er eignet



sich Steinthal's Theorie von der Onomatopoiesis an; während aber Steinthal selbst hervorhebt, daß diese Theorie noch zu allgemein und unbestimmt sei, und sich der Hoffnung nicht hingeben mag, daß sie in nächster Zeit zu größerer Bestimmtheit gebracht werden könne, wagt der Verfasser sie als eine Handhabe für eine geschichtliche Nachweisung des onomatopoetischen Ursprungs der Sprache zu verwerthen. Nach ungefährer Schätzung glaubt er annehmen zu dürfen, daß durch die indogermanischen Wurzeln, welche uns bis jetzt noch den alterthümlichsten Sprachstoff liefern, wir bis zu 3000, vielleicht bis zu 6000 v. Chr. hinanreichen. Er hält es für möglich, daß eine weitergehende Forschung kaukasische Wurzeln, wie er sie nennt, nachweisen werde, mit denen wir etwa bis auf 10,000 v. Chr. reichen würden. Der Mensch sei nun viel älter und es sei anzunehmen, daß von der Urzeit an bis in die geschichtlichen Zeiten sprachliche Gebilde ununterbrochen überliefert seien, nicht als unveränderter Sprachstoff, sondern so, daß Laute und Bedeutungen gewechselt haben. Nicht die Wurzeln seien das Letzte, worüber, wie die tüchtigsten Sprachforscher angenommen haben, die Forschung nicht hinauskommen könne; auch seien sie nicht, wie man wohl gemeint habe, durch ein onomatopoetisches Princip gestaltet. Es sei vielmehr zurückzugehen auf Lautgebilde, welche den Wurzeln zu Grunde liegen, und eben diese seien onomatopoetisch. Die Sprache habe aber nicht, wie Steinthal annehme, mit einer sehr großen Anzahl onomatopoetischer Gebilde für sinnlichen Wahrnehmungsinhalt begonnen; nur aus wenigen Reflexlauten oder pathognomischen Lauten seien die Wurzeln gleichsam büschelförmig hervorgewachsen. Etwa

15 pathognomische Laute würden genügen, um den ganzen Wurzelschatz indogermanischer und semitischer Sprachen zu erklären. Der Verf. unternimmt es, um 8 oder 9 solcher Laute eine größere oder geringere Anzahl indogermanischer und semitischer Wurzeln zu gruppiren. Aus seinen eignen Aeußerungen geht hervor, daß er wohl weiß, wie gewagt das Experiment sein muß, linguistische Fragen von so weit reichendem Umfange, wie die nach der Entstehung der Wurzeln und Wörter aus pathognomischen Lauten von der im Verhältniß dazu so schmalen sprachlichen Grundlage aus, welche die indogermanischen und semitischen Sprache darbieten, beantworten zu wollen. Doch läßt er sich auf das kühne Beginnen ein, ohne der Mahnung zur Vorsicht, die er an sich selbst richtet, eingedenk zu bleiben. Eine umfassendere und genauere Kenntniß der semitischen Sprache steht ihm nicht zu Gebote; nur das Hebräische kennt er etwas genauer. In seiner Gruppirung und Zusammenbringung der indogermanischen Wurzeln giebt er Hypothesen Raum, zu denen er sicher nie gekommen wäre, wenn er nach einer festeren linguistischen Methode sein Verfahren eingerichtet hätte. Da er ein baldiges Erlöschen der onomatopoetischen Triebkraft und gleich bei dem weiteren Fortschreiten ein Auseinandergehen des Lautes und der Bedeutung annimmt, so hat er freie Verfügung über beliebige Ideenassociationen und dergleichen bei seinem Versuche Wurzeln sehr verschiedener Bedeutungen und Laute um den vermeintlichen ursprünglichen Reflexlaut zu gruppiren und zusammenzustellen, die dem Nichtkundigen auch da den Schein der Zusammengehörigkeit darbieten mögen, wo sie *nach* den Ergebnissen einer genaueren Forschung



sprachlich weit von einander entfernt sind. Die Facultät hat bei der Stellung ihrer Aufgabe nicht beabsichtigt, die Darlegung einer neuen Ansicht über die Entstehung der Sprache zu veranlassen; da sie ihr eingereicht ist, kann sie nicht umhin zu erklären, daß der Verfasser in einer Selbsttäuschung befangen ist, wenn er meint, einen geschichtlichen Nachweis des onomatopoetischen Ursprungs der Sprache geliefert zu haben. Dazu genügt die linguistische Begründung seiner Ansicht nicht.

Anders kann die Facultät über die Theile der Schrift urtheilen, in welchen der Verfasser die Lösung der gestellten Aufgabe unternimmt. In der ersten Abtheilung seiner Schrift beschäftigt er sich mit den Arbeiten Geigers und Steinthals, mit den Ansichten des Zoologen Jäger, auf einigen Seiten auch mit kurzen und mehr gelegentlich hingeworfenen Bemerkungen Darwins. Seine Darlegung und Beurtheilung der Ansichten dieser Männer zeugt von einer gründlichen Kenntniß ihrer Arbeiten. Am ausführlichsten legt er die Ansichten Geigers dar, die, weil sie nicht zum Abschlusse gelangt sind und unter sich nicht übereinstimmen, einer richtigen Würdigung besondere Schwierigkeiten in den Weg stellen. Die Nachweisung, daß die Begriffsgeschichte Geigers unhaltbar sei und nicht zu dem Ursprunge der Sprache führe, ist in überzeugender Weise geliefert. Auch die Zurückweisung der Ansicht Geigers von dem Ursprung und der Entwickelung der Sprache darf volle Berücksichtigung in Anspruch nehmen. Die Arbeiten Steinthals sind dem Verf. sehr genau bekannt; er will auf dem von diesem Forscher gebahnten Wege selbstständig weitergehen und verweilt daher mit Vorliebe bei der Darlegung

seiner Ansichten. Das Interesse an Jäger's mehr aphoristischen Bemerkungen erklärt sich aus der Erwartung des Verfassers, daß die Darwin'sche Descendenz-Theorie für die Frage nach dem Ursprung der Sprache mit Erfolg verwerthet werden könne. Auf eine zusammenhängende Beschreibung der Gesammtansicht dieser Männer legt er es nicht an; dem Berichte über einzelne Theile ihrer Untersuchungen, über den dabei eingehaltenen Weg und über ihre Ergebnisse fügt er jedesmal gleich seine Beurtheilung hinzu. So geht die Uebersichtlichkeit verloren; dem Verluste steht als Gewinn sorgsamstes Eingehen auf das Einzelne und Klarlegung desselben durch die daran geknüpfte kritische Beurtheilung zur Seite. Im weiteren Verlaufe seiner Arbeit da, wo sich die Gelegenheit darbietet, kommt der Verf. auch auf die sprachwissenschaftlichen Arbeiten eines Curtius, Max Müller, Jakob Grimm und Anderer. Durch seine Schrift wird dem eine erwünschte Hülfe geboten, welcher die Bestrebungen, Richtungen und Ziele in den über die Frage nach der Entstehung der Sprache handelnden Werken und die Aufgaben der neueren wissenschaftlichen Sprachforschung kennen lernen will. Durch ihre Vollständigkeit in dieser Beziehung entspricht die Schrift der Forderung der Aufgabe.

Auf die Frage, ob die Sprachwissenschaft allgemeine Gesetze, nach welchen die Entstehung der inneren Sprachform erfolge, nachweisen könne, wird die Antwort gefunden, daß die gesammte innere Sprachform, d. i. die Formirung der Vorstellungsinhalte und ihrer Verknüpfungsweise durch Worte und grammatische Verbindung, individuell sei, und in von vornherein ganz unbestimmbaren Grenzen je nach der Anlage eines

Volkes, nach seiner Stellung zu andern Völkern und der Vermischung mit ihnen, kurz nach der geschichtlichen Entwickelung eines Volkes variire. Zur Bestätigung dieser Antwort wird auf die Entstehung der romanischen Sprache hingewiesen. Der Einfluß klimatischer Verhältnisse sei dabei gar nicht oder doch nur in sehr geringem Grade nachzuweisen.

Da der Verf. bei seinem Unternehmen, das Verhältniß der inneren Sprachform zu der äußeren Lautform durch ein Zurückgehen auf wenige Reflexlaute zu erklären, in denen Laut und Bedeutung zusammenfalle, doch annehmen muß, daß gleich bei weiterem Fortschreiten der ursprünglich vorhandene Zusammenhang zwischen Laut und Bedeutung, aufgelöst werde, so wäre der Gewinn, den die Theorie von den Reflexlauten gewähren könnte, nicht hoch anzuschlagen. Das Ergebniß seiner ausführlichen und eingehenden Untersuchungen ist: es entsprechen weder bestimmte lautliche Ausdrücke bestimmten Vorstellungsinhalten und der Art wie sie innerlich gefaßt sind, noch auch bestimmte Combinationen der Laute bestimmten Verknüpfungsweisen der Vorstellungsinhalte.

Der Einfluß physiologischer Bedingungen auf die Aussprache, den Lautwandel und die Accentuation ist nicht genug berücksichtigt, jedenfalls hat der Verfasser durch eigene Untersuchungen zu dem Wenigen, was wir darüber weniger wissen als wissen möchten, nichts hinzugethan.

Die Arbeit zeugt von einem ernsten wissenschaftlichen Streben, und von anhaltender Beschäftigung mit sprachlichen Fragen; dem Verfasser fehlen die für die Feststellung und geschickte Behandlung solcher Fragen erforder-

lichen logischen naturphilosophischen und psychologischen Vorkenntnisse nicht. Seine gute und sichere Bildung in dieser Beziehung muß ebenso anerkannt werden, wie sein Scharfsinn in der Kritik der Ansichten Anderer, deren Weitläufigkeit bei der Lebendigkeit und Klarheit der Darstellung wohl zu ertragen ist. Da die Schrift soviel Tüchtiges und Vortreffliches in den Theilen, in welchen sie auf die Aufgabe eingeht, darbietet, so hält die Facultät sich für berechtigt, ihr den zweiten Preis für die Beantwortung der für das Jahr 1876 gestellten Aufgabe der Beneke'schen Stiftung zuzuerkennen.

Das hierauf in der Sitzung eröffnete mit dem oben angegebenen Motto bezeichnete Couvert ergab als Verfasser der gekrönten Abhandlung

Herrn Dr. ph. H. Steinthal,
außerordentlichen Professor an der Universität zu Berlin.

Dr. Ernst Bertheau,
d. z. Decan der philosophischen Falcultät.

Se. Majestät der Kaiser und König haben auf den Antrag des Herrn Ministers als Ersatz für den verstorbenen Staatsrath und Prof. Dr. Zachariae den bisherigen Oberappellationsgerichts-Rath Dr. John in Lübeck unter Verleihung des Charakters als Geheimer Justizrath zum ordentlichen Professor in der juristischen Facultät der Universität allergnädigst zu ernennen geruht.

Der Geheime Regierungs-Rath Professor Dr. Waitz hat vom 1. Januar dieses Jahres an die nachgesuchte Entlassung aus seiner Stellung an der hiesigen Universität erhalten, nachdem er schon seit Michaelis vorigen Jahrs mit Urlaub abwesend gewesen.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in dem Monat Januar 1876 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung.)

Verein für die deutsche Nordpolfahrt. 48. Versammlung. Bremen 1876.
Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 14. 15. 1873. 74.
Die zweite Deutsche Nordpolarfahrt etc. Bd. II. Abth. 2. 1874.
Monatsbericht der Berliner Akad. d. Wissensch. Sept. u. Oct. 1875.
Denkschrift des Vereins für die deutsche Nordpolarfahrt, die Forschungsreise nach Westsibirien betreff. Bremen 1876.
Preisschriften der Jablonowsk'schen Gesellsch. in Leipzig. XVIII. 1875.
Philosoph. Transactions of the Royal Society of London. Vol. 164. Part I. II. 1874. Vol. 165. Part I. 1875. 4.
Mitglieder-Verzeichniß derselben. 1874. 4.
Proceedings of the Royal Society. Vol. XXII. No. 151—155. Vol. XXIII. No. 156—163.
E. Klein, the Anatomy of the Symphatic system. II. The Lung. London 1875.
Nature 327.
A. Magyar tudományos Akademia Évkönyvei (Jahrbücher der Akademie). XIV, 2—6. Pest 1873—75. 4.
Magyarországi regeszeti Emlekek. (Momumenta Hungariae archaeologica). III, 1. ib. 1874. 4.
Archaeologiai Kozlemények (Archaeologische Mittheilungen). IX, 2. ib. 1874. 4.
Icones selectae hymenomycetum Hungariae cura Kalchbrenner. II. III. ib. 1874. 4.
Monumenta Hungariae historica. Irók (Scriptores.) XXII. XXVI. XXVII. XXXII. ib. 1873. 75. 8.
— Okmánytárak (Diplomataria). XVIII. XIX. XX. XXI. XXII. XXIII. XXIV. ib. 1873—75. 8.
— Diplomaczia (Acta externa). I. II. ib. 1875. 8.
Török-Magyarkori Történelmi Emlékek. (Turco-Hungarici temporis historica monumenta). Okmánytár *(Diplomatarium).* *IX. ib.* 1873. 8.

Török-Magyarkori Állam ok mány tár I—VII. (Türkisch-Ungarisches Staatsarchiv) Register zu I—VII. ib. 1873. 8.

Nyelo tudo mányi Közlemények (Philologische Mittheilungen). X. XI. ib. 1873. 75. 8.

Mathemati kai és termész ettudo mányi Közlemények (Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen). VII—X. ib. 1871. 72. 8.

Értekezések a természet tudo manyok köréből (Forschungen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften). III, 15. IV, 3—6. V, 1—11. VI, 1—6. ib. 1874. 75. 8.

Értekezések a mathemat. tudo mányok köréből. (Forschungen aus dem Gebiet der Mathematik). II, 3—6. III, 1—8. IV, 1—3. ib. 1873—75. 8.

Értekezések a történeti tudományok köréből. (Forschungen aus dem Gebiet der Geschichte). II, 10. III, 1—10. IV, 1—6 V, 1. ib. 1873—75. 8.

Értekezések a nyelo-és szeptu dományok köréből. Forschungen aus dem Gebiet der Philologie). III, 8—11. IV, 1—10. ib. 1873—75. 8.

Értekezések a társadalmi tudományok köréből (Forschungen aus dem Gebiet der Staatswissenschaften). II, 8—11. II, 1—6. ib. 1873—75. 8.

Magyar Történelmi Tár (Thesaurus historicus Hungaricus). XIX—XXI. ib. 1874. 75. 8.

Magyar nyelo Szótára (Magyarischer Sprachschatz). 28. 29. ib. 1873. 74.

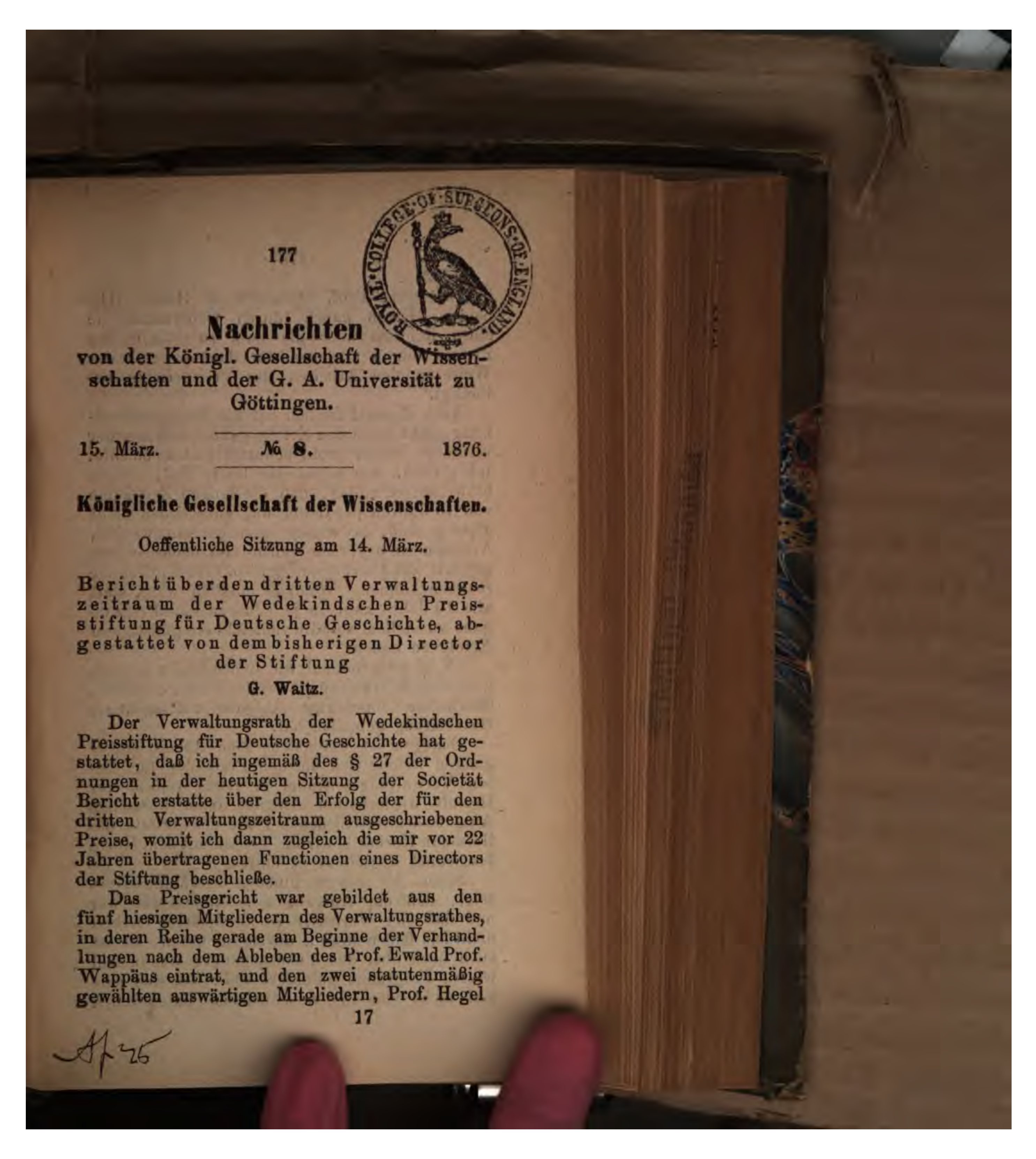
Imre, a magyar nyel vújitás-birálata (Imre, Kritik der Neuerungen in der Ungarischen Sprache). ib. 1873.

M. Tudom. akadémiai Almanach. (Akademischer Almanach). ib. 1874. 75. 8.

Magyar tudományos akadémia Értesítöje (Berichte der Akademie). VII, 8—14. VIII, 1—17. IX, 1—12. ib. 1873—75. 8.

Nev-és targymutató a Magyar tudományos akadémia Értesitöjének. (Namen- und Sachregister zu den Berichten der Akad.) I—VIII. ib. 1875. 8.

Nyelvemléktár régi magyar codexek és nyom tat ványok. (Sprachdenkmäler aus allen Ungarischen Handschriften und Drucken.) I. II. III. ib. 1874. 8.



Nachrichten
von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

15. März. № 8. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung am 14. März.

Bericht über den dritten Verwaltungszeitraum der Wedekindschen Preisstiftung für Deutsche Geschichte, abgestattet von dem bisherigen Director der Stiftung

G. Waitz.

Der Verwaltungsrath der Wedekindschen Preisstiftung für Deutsche Geschichte hat gestattet, daß ich ingemäß des § 27 der Ordnungen in der heutigen Sitzung der Societät Bericht erstatte über den Erfolg der für den dritten Verwaltungszeitraum ausgeschriebenen Preise, womit ich dann zugleich die mir vor 22 Jahren übertragenen Functionen eines Directors der Stiftung beschließe.

Das Preisgericht war gebildet aus den fünf hiesigen Mitgliedern des Verwaltungsrathes, in deren Reihe gerade am Beginne der Verhandlungen nach dem Ableben des Prof. Ewald Prof. Wappäus eintrat, und den zwei statutenmäßig gewählten auswärtigen Mitgliedern, Prof. Hegel

in Erlangen, Prof. Dümmler in Halle. Die beiden Herren haben durch Uebernahme je eines Referats über die zwei zu ertheilenden Preise sich in eingehendster dankenswerthester Weise an den Arbeiten des Preisgerichts betheiligt.

Auch diesmal freilich hat die Preisausschreibung nicht ganz den Erfolg gehabt welchen der verdiente Stifter wohl erwartet haben mochte. Ich glaube, wie schon das letzte Mal, darauf hinweisen zu sollen, daß die langen Zeiträume von 10 Jahren der Bewerbung entschieden nicht günstig sind, da wenige geneigt sein werden, Arbeiten zu beginnen welche erst nach so langer Zeit auf Anerkennung, resp. Veröffentlichung rechnen können. Wenn es möglich wäre, statt alle 10 Jahre zwei, in je 5 Jahren eine Preisaufgabe zu stellen, so wäre vielleicht ein günstigerer Erfolg zu hoffen.

Es ist auch diesmal wie in den beiden vorhergehenden Zeiträumen die zweite, der eigentlichen, Geschichte angehörige Aufgabe welche keine Bearbeitung gefunden hat.

Dagegen ist wenigstens eine Arbeit eingegangen welche sich um den Preis der für diesen Verwaltungszeitraum in etwas veränderter Gestalt wiederholten Aufgabe einer kritischen Ausgabe der verschiedenen Texte der Chronik des Hermann Korner bewirbt. Sie ist mit dem Motto bezeichnet »Suscipere et finire«.

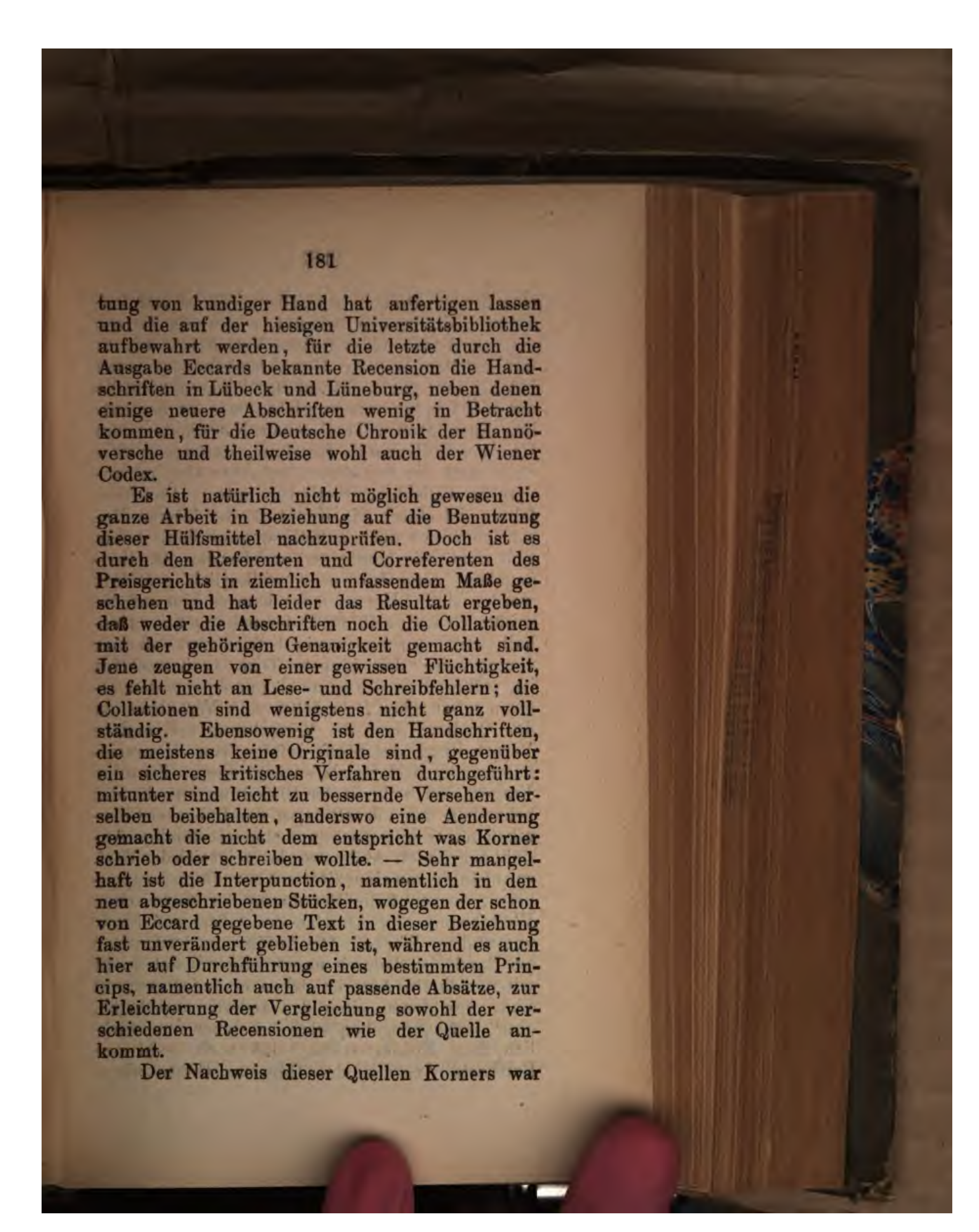
Schon der äußere Umfang des Manuscripts zeigt, daß die Aufgabe eine umfassende war und daß der Verfasser es an fleißiger Arbeit nicht hat fehlen lassen, um sie zu lösen. Er ist auch noch über das hinausgegangen was in dem *letzten* Programm gefordert war: es sind ein*mal* nicht blos die verschiedenen Lateinischen

Recensionen der Chronik Korners, sondern auch die Deutsche Bearbeitung herangezogen, es ist sodann nicht das ausgeschieden was Korner aus dem von ihm vorzugsweise benutzten Werke des Henricus de Hervordia entlehnt hat, sondern auch dies in gleicher Weise wie der mehr selbständige Theil des Werkes bearbeitet und nur eine Weglassung eventuell beim Druck in Aussicht genommen. Beides kann natürlich in keiner Weise zum Tadel gereichen, das Erste vielmehr nur als erwünschte Erweiterung der Aufgabe in dem Sinn wie sie bei der ersten Aufstellung gefaßt war gelten.

Was die Bearbeitung selbst betrifft, so war eine wichtige, aber auch schwierige Aufgabe die Vergleichung der verschiedenen Recensionen und die Darlegung ihres oft abweichenden Inhalts und der noch ungleich öfter differierenden Form, d. h. der allmählichen Umgestaltung welche das Werk Korners im Lauf der Jahre durch die verschiedenen Bearbeitungen des Verfassers erfahren hat. Es ist hier der Weg eingeschlagen, daß zwei der lateinischen Texte vollständig vorgelegt sind, der älteste und der jüngste und mit je einem derselben einer der dazwischen stehenden verglichen. Für den Druck wird angenommen, daß die beiden Texte fortlaufend neben einander gegeben werden, und zwar, da zwei Columnen bei dem verschiedenen Umfang und der sehr verschiedenen Anordnung des Stoffs sich nicht empfehlen würden, so, daß der eine unter dem anderen, etwa auch in kleinerer Schrift, wenigstens da wo der Inhalt derselbe, gestellt werde. Es läßt sich über dies Verfahren verschieden urtheilen, jedenfalls wird es nicht leicht sein, wenn nicht sehr lästige Wiederholungen stattfinden sollen, eine volle Uebersicht

über die von Text zu Text fortschreitende Umbildung des Werkes zu gewinnen. Nur das scheint in Frage zu kommen, ob es nicht zweckentsprechender wäre, die Abweichungen der beiden in der Mitte stehenden, nicht vollständig mitgetheilten Recensionen an einen der beiden Texte anzuschließen, als sie auf diese zu vertheilen. Und jedenfalls muß ausgesprochen werden, daß die hier gegebenen Varianten nicht genügen, um ein deutliches Bild von jenen zwei Recensionen zu geben. Wenn man auch das in der Einleitung ausgesprochene Princip wohl gelten lassen kann, daß keine philologisch genaue, nur eine, wie es heisst, sachliche Vergleichung gegeben, nicht die sehr zahlreichen Abweichungen im Ausdruck, sondern nur im Inhalt angeführt werden sollen, und nur die letzten Jahre, wo Korner selbständige Nachrichten hat, anders zu behandeln seien, so hat doch eine Vergleichung ergeben, daß die Bearbeitung zu wenig gethan, erhebliche Abweichungen übergangen und es an manchen Stellen unmöglich gemacht hat, auch nur in sachlicher Beziehung die Beschaffenheit der verschiedenen Recensionen zu erkennen. Außerdem scheint es nicht angemessen, daß bei den Fortsetzungen, die das Werk allmählich erhalten, anders verfahren ist, als in dem früheren Theil. Hier war jedenfalls immer der relativ ältere Text neben dem von letzter Hand zu geben.

Wichtiger noch ist die Herstellung der gegebenen Texte selbst. Das handschriftliche Material ist, soweit es verlangt und nothwendig war, herangezogen, für die älteste Bearbeitung der Wolfenbütteler Codex, für die zweite und dritte die Abschriften der Codices in Danzig *und Lin*köping, welche die Wedekindsche Stif-



tung von kundiger Hand hat anfertigen lassen und die auf der hiesigen Universitätsbibliothek aufbewahrt werden, für die letzte durch die Ausgabe Eccards bekannte Recension die Handschriften in Lübeck und Lüneburg, neben denen einige neuere Abschriften wenig in Betracht kommen, für die Deutsche Chronik der Hannöversche und theilweise wohl auch der Wiener Codex.

Es ist natürlich nicht möglich gewesen die ganze Arbeit in Beziehung auf die Benutzung dieser Hülfsmittel nachzuprüfen. Doch ist es durch den Referenten und Correferenten des Preisgerichts in ziemlich umfassendem Maße geschehen und hat leider das Resultat ergeben, daß weder die Abschriften noch die Collationen mit der gehörigen Genauigkeit gemacht sind. Jene zeugen von einer gewissen Flüchtigkeit, es fehlt nicht an Lese- und Schreibfehlern; die Collationen sind wenigstens nicht ganz vollständig. Ebensowenig ist den Handschriften, die meistens keine Originale sind, gegenüber ein sicheres kritisches Verfahren durchgeführt: mitunter sind leicht zu bessernde Versehen derselben beibehalten, anderswo eine Aenderung gemacht die nicht dem entspricht was Korner schrieb oder schreiben wollte. — Sehr mangelhaft ist die Interpunction, namentlich in den neu abgeschriebenen Stücken, wogegen der schon von Eccard gegebene Text in dieser Beziehung fast unverändert geblieben ist, während es auch hier auf Durchführung eines bestimmten Princips, namentlich auch auf passende Absätze, zur Erleichterung der Vergleichung sowohl der verschiedenen Recensionen wie der Quelle ankommt.

Der Nachweis dieser Quellen Korners war

eine der wichtigsten Aufgaben. Es ist aus früheren Erörterungen bekannt, wie wenig auf die eigenen Angaben des Autors Verlaß ist, wie er mit größter Willkür Gewährsmänner genannt hat die ihm gar nicht zur Hand waren oder die das nicht boten was er giebt; wie er namentlich einen großen Theil seiner Nachrichten dem Henricus de Hervordia entlehnte, statt seiner aber oder statt der von diesem citierten Quellen andere in beliebiger Fiction nannte. Das Verfahren ist durch die Kenntnis der älteren Recensionen nur noch auffälliger geworden, indem sich zeigt, wie häufig erst nachher diese Quellenangaben eingefügt oder willkürlich geändert worden sind. Um so mehr kam es hier auf die größte Genauigkeit der Untersuchung an. Deshalb kann es schon wenig befriedigen, daß hier vorzugsweise der jüngste Text berücksichtigt ist, während es sich empfahl, immer von dem älteren auszugehen, zunächst sein Verhältnis zu den Quellen, dann die Vermehrung und andere Verarbeitung des Stoffs infolge von Heranziehung anderen Materials nachzuweisen. Einzelne Fragen sind wohl in der Einleitung eingehender behandelt, das Verhältnis zu den Lübecker Chroniken näher untersucht und eine selbständige Ansicht begründet. Anderswo aber zeigt sich der Verf. zu abhängig von einer älteren Abhandlung Lappenbergs, verkennt die Benutzung der Sächsischen Weltchronik, der Annalen des Albert von Stade und anderer Werke. Die Anführung der Quellen am Rande ist dadurch unbefriedigend, daß nicht selten mehrere Autoren neben einander genannt sind, von denen einer den anderen ausschrieb, ohne daß angegeben wäre, welcher nun wirklich dem Korner vorlag, daß auch wohl aus *Potthasts* Ausgabe des Henricus Citate abge-

schrieben sind die nicht einmal immer dahin gehören wo sie gesetzt sind. Ebenso ist nicht hervorgehoben, was Korner den benutzten Berichten in manchen Fällen hinzugefügt hat, wo er ihre Worte geändert; mag es auch bei dem von ihm beobachtenden Verfahren unmöglich sein jede Abweichung des Ausdrucks hervorzuheben, so ist doch zu wünschen, daß alles was für die Manier Korners charakteristisch ist so bezeichnet werde daß es später im Druck kenntlich gemacht werden kann. Und beschränkt man das, wie den Abdruck überhaupt, auf die nicht aus Heinrich von Herford entlehnten Abschnitte, so wird es sich auch ohne zu große Unbequemlichkeit durchführen lassen. Zu allgemein und manchmal nicht recht verständlich ist die Art des Citierens ohne genauere Angabe über die benutzten Editionen und die Bedeutung der Zahlen, welche sich bald auf ein Jahr, bald eine Pagina beziehen.

Die Preisaufgabe hatte auch verlangt, daß den Abschnitten Korners von selbständigem Werth die nöthigen erläuternden Bemerkungen hinzugefügt würden. Dem ist so gut wie gar nicht entsprochen. Sachliche Anmerkungen finden sich nirgends: statt dessen ist am Rande mitunter auf andere Darstellungen, anderswo auf neuere Werke hingewiesen; und wenn sich daraus auch wohl ergiebt, daß der Bearbeiter sich mit dem von Korner dargebotenen historischen Stoff beschäftigt hat, so kann dies doch weder in Inhalt noch in Form als genügend angesehen werden.

Dagegen ist in der Einleitung über das Leben Korners, den Charakter seines Werks, die verschiedenen Recensionen im ganzen befriedigend gehandelt. Sie zeigt, daß der Verfasser

die literarische Seite seiner Aufgabe mit Interesse erfaßt und bearbeitet hat. — Zwei andere Forderungen, Register und Glossar, sind der etwaigen Veröffentlichung durch den Druck vorbehalten.

Das Preisgericht befand sich der so vorliegenden Arbeit gegenüber in einer gewissen Verlegenheit. Darüber konnte kein Zweifel sein, daß dieselbe, wie sie ist, nicht als druckreif zu betrachten war, wesentliche Forderungen der Aufgabe nicht erfüllt hat und ihr deshalb auch der Preis nicht ohne weiteres zuerkannt werden durfte. Auf der anderen Seite verdiente der aufgewandte Fleiß Anerkennung; es ist für eine so wünschenswerthe neue Ausgabe des Korner erhebliches gethan, jedenfalls eine wichtige Grundlage gegeben, die Mängel beruhen zum Theil in einer gewissen Flüchtigkeit, man kann vielleicht sagen Eilfertigkeit, mit welcher der allerdings ungefüge und nicht eben anziehende Stoff behandelt worden ist. Es läßt sich hoffen, daß der Bearbeiter geneigt und im Stande sein wird, dieselben zu beseitigen, das Fehlende zu ergänzen und so die Vorbedingungen einer brauchbaren Edition zu erfüllen. Eine Wiederholung der Aufgabe nochmals auf den langen Zeitraum von 10 Jahren schien diesem Zwecke aber wenig zu entsprechen. So kam das Preisgericht einstimmig zu dem Beschluß, dem Verfasser dieser Arbeit, die ohne Nennung des Namens auf dem in den Statuten angegebenen Wege zurückgefordert werden kann, eine Frist von zwei Jahren zu gewähren, innerhalb deren er der Arbeit diejenige Vollendung zu geben habe welche berechtige ihr den Preis zuzuerkennen und die Publi*cation* zu veranstalten.

Als nothwendige Forderungen ergeben sich aus dem Gesagten:

1) nochmalige genaue Collation des Wolfenbütteler Codex der ältesten Recension, der aus den Danziger und Linköpinger Handschriften mitgetheilten Stücke mit den Abschriften auf der Göttinger Bibliothek; durchgehende Revision aller Texte in Beziehung auf Wahl der Lesarten, Interpunction u. s. w.;

2) genauere Angabe der Abweichungen der nicht vollständig zum Druck gelangenden Texte und möglichst zweckmäßige und consequente Anordnung derselben;

3) genauere Untersuchung der Quellen und Angabe der an jeder Stelle wirklich von Korner benutzten unter Hervorhebung des ihm Eigenthümlichen und im Ausdruck Charakteristischen; besondere Bezeichnung etwa durch Einklammern oder dafür gewählte Art des Anstreichens was auf Heinrich von Herford zurückgeht und wenigstens im späteren Text wird ausfallen müssen;

4) zu den selbständigen Nachrichten kurze erläuternde Noten, die auf etwaige Irrthümer des Autors, abweichende Darstellungen anderer u. s. w. aufmerksam machen.

Wesentlich anderer Art waren die Erwägungen welche bei der Ertheilung des dritten Preises in Betracht kamen. Hier befindet sich das Preisgericht jederzeit einer sehr umfassenden reichen Literatur gegenüber, wie sie, bei der großartigen Entwicklung unserer historischen Wissenschaft in den letzten Decennien, innerhalb eines Verwaltungszeitraums zu Tage tritt, und wo die einzelnen Erscheinungen zum Theil so verschiedenartige Vorzüge zeigen, daß ein Ab-

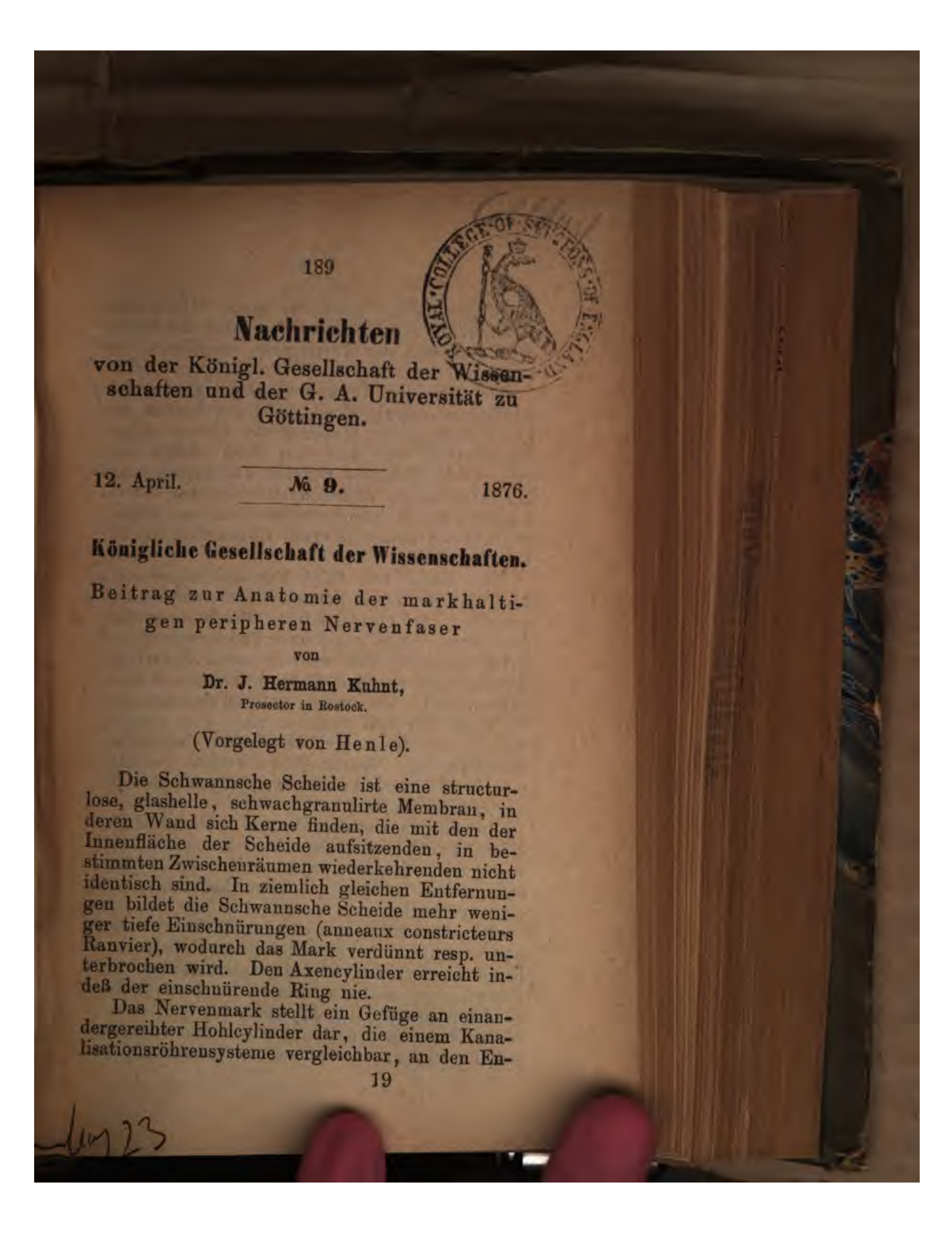
schätzen derselben nach den von dem Begründer der Preisstiftung angegebenen Forderungen nicht geringe Schwierigkeiten bietet. Doch war das Preisgericht diesmal insofern in einer besondern günstigen Lage, als der Hervorragendste unter den Geschichtsschreibern Deutschlands in diesem Zeitraum auch mehrere speciell auf die Deutsche Geschichte bezüglichen Arbeiten hatte ans Licht treten lassen und diese nicht wie vor 10 Jahren durch Theilnahme des Verfassers an dem Preisgericht von der Concurrenz ausgeschlossen waren. Nur darüber konnte ein gewisser Zweifel herrschen, ob einem Manne wie Ranke gegenüber der Preis in der Weise wie er den Statuten gemäß allein einem gedruckten Werke ertheilt werden kann, nicht fast zu unbedeutend erscheine, um noch dem hinzugefügt zu werden, was die ganze wissenschaftliche und gebildete Welt, nicht blos unseres Vaterlandes, ihm an Ruhm und Ehre zuerkannt hat. Doch durfte am Ende eine solche Betrachtung nicht abhalten, das zu thun was Pflicht und Gebot war. Und es konnte sich dann nur darum handeln, unter der Reihe hervorragender Werke, mit denen der große Historiker uns in dem letzten Decennium beschenkt hat, dasjenige zu bezeichnen, das sich auch noch aus ihnen zu besonderer Höhe erhöbe. Da mußte wohl abgesehen werden von dem classischen Hauptwerke, der Deutschen Geschichte im Zeitalter der Reformation, da, wenn auch zweimal in dieser Periode neu abgedruckt, es doch einer viel früheren Zeit angehört. Wenigstens theilweise ist das auch der Fall bei dem Bande: Zur Reichsgeschichte von der Wahl Rudolfs II. bis zur Wahl Ferdinands II. Ganz neu dagegen sind die Geschichte Wallensteins, die Genesis des Preußischen

Staates (erster Band der 12 Bücher Preußischer Geschichte), der Ursprung des siebenjährigen Krieges, die Deutschen Mächte und der Fürstenbund. Es würde wenig angemessen sein, hier die eigenthümlichen glänzenden Vorzüge dieser Werke gegeneinander abzuwägen. Das Preisgericht hat einstimmig geglaubt, der Geschichte Wallensteins die Palme reichen zu sollen, einer Arbeit von beschränktem Umfang, die aber durch umfassende Forschung, kritische Prüfung der zweifelhaften Fragen, echt wissenschaftliche Würdigung der mächtigen Persönlichkeit inmitten großer weltgeschichtlicher Ereignisse und glänzende Darstellung sich den bedeutendsten Leistungen Rankes würdig an die Seite stellt.

Galt es dann für die andere Hälfte des dritten Preises eine annähernd ebenbürtige Leistung zu finden, so bot sich wohl eine ganze Reihe tüchtiger Arbeiten sowohl auf dem Gebiet der allgemeinen wie der zur Concurrenz nicht minder berechtigten Specialgeschichte dar; es war auch nach den Statuten möglich, in zweiter Reihe Werke rein gelehrter Forschung, wie sie zu wesentlicher Förderung der geschichtlichen Studien von verschiedenen Seiten geliefert worden sind, zu berücksichtigen. Doch haftete sich der Blick bald vorzugsweise auf ein Buch, das durch den Gegenstand den es behandelt und durch die Art der Behandlung gleich sehr die Aufmerksamkeit auf sich zieht und das die verdiente Anerkennung auch schon vielfach erhalten hat. Wir entbehrten bisher einer wissenschaftlich irgend befriedigenden Lebensgeschichte des Deutschen Reformators. Diese hat jetzt Köstlin gegeben und damit der Deutschen Geschichtswissenschaft wie der Literatur überhaupt eine sehr werthvolle Bereicherung zutheil werden

lassen. Die Forschung, auf welcher diese Arbeit aufgebaut, ist eine durchaus selbständige und gediegene; die Auffassung zeichnet sich durch Unbefangenheit aus, ohne dadurch doch an Wärme einzubüßen; die Darstellung, obgleich einfach und für jedermann verständlich, entbehrt nicht einer gewissen Anmuth und fesselt in wachsendem Maße. Dagegen treten einige Mängel, die man vielleicht auf rein historischem Standpunkt hervorheben könnte, eine nicht ganz ausreichende Behandlung der allgemeinen Bewegung jener Zeit im Deutschen Volk und Reich, die etwas dürftige Charakteristik der Freunde und Gegner Luthers u. A. in den Hintergrund zurück. Man kann nicht anstehen zu sagen, daß es dem Verf. gelungen ist, ein ungeschmücktes und lebensvolles Bild des großen Reformators und der an ihn sich anknüpfenden Umwandelung in der Deutschen Kirche zu geben, und deshalb hat das Preisgericht, auch hier einstimmig, dem Leben Luthers von Köstlin die zweite Hälfte des dritten Preises zuerkannt.

Handschriftliche Werke zur Bewerbung waren rechtzeitig nicht eingegangen; erst geraume Zeit nach Ablauf des ordnungsmäßigen Termins ward ein Manuscript eingesandt, das hiernach wie nach Form und Inhalt von jeder Berücksichtigung ausgeschlossen war.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

12. April. № 9. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Beitrag zur Anatomie der markhaltigen peripheren Nervenfaser

von

Dr. J. Hermann Kuhnt,
Prosector in Rostock.

(Vorgelegt von Henle).

Die Schwannsche Scheide ist eine structurlose, glashelle, schwachgranulirte Membran, in deren Wand sich Kerne finden, die mit den der Innenfläche der Scheide aufsitzenden, in bestimmten Zwischenräumen wiederkehrenden nicht identisch sind. In ziemlich gleichen Entfernungen bildet die Schwannsche Scheide mehr weniger tiefe Einschnürungen (anneaux constricteurs Ranvier), wodurch das Mark verdünnt resp. unterbrochen wird. Den Axencylinder erreicht indeß der einschnürende Ring nie.

Das Nervenmark stellt ein Gefüge an einandergereihter Hohlcylinder dar, die einem Kanalisationsröhrensysteme vergleichbar, an den En-

den über einander geschoben sind. Die Länge dieser Hohlcylinder schwankt je nach der Stärke der Faser und der Thierspecies zwischen 0,004 und 0,055 mm.

Der von den Autoren als Axencylinder beschriebene centrale Theil der Faser besteht aus einem homogenen, bisweilen streifig granulirten Proteinstoffe, der von dem Mark durch eine structurlose glashelle Scheide abgegrenzt wird. Da die Existenz dieser letzteren bisher für im höchsten Grade problematisch gehalten wurde, gedenke ich derselben etwas eingehender Erwähnung zu thun.

Die schon von Felix Fontana angedeutete Idee, daß der innere Nervencylinder, unser Axencylinder, von einer häutigen Membran umkleidet werde, wurde von Remak aufgenommen und dahin präcisirt, daß wahrscheinlich immer der Axencylinder von dem Mark durch eine Scheide getrennt sei. Die meisten Autoren sprechen sich im Laufe der Zeit dagegen aus, nur einzelne Notizen von Hannover, Mauthner, Frommann, Roudanowsky, Tamamscheff, Todaro brachten eine bestätigende Ansicht, keineswegs indeß ein beweisendes Moment.

In meinen Untersuchungen habe ich daher diesen Punct mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt und bin nun in der Lage, für die Existenz einer Scheide mit aller Entschiedenheit eintreten zu können.

Sprachen schon von vornherein die fast stets glatten Ränder der nach beliebiger Methode isolirten Axencylinder für eine membranöse Abgrenzung gegen das zähflüssige Mark, so waren die häufigen Spalten und Risse, die bald in der *Mitte*, bald an den Rändern des Axencylinders *sich* fanden, nur geeignet diese Vermuthung zu

stärken. Um ein Erhebliches weiter in der Erkenntniß dieses Punctes führten Präparate, die in gelungener Weise mit arg. nitr. behandelt worden. Hier war häufig ganz deutlich zu erkennen, wie eine braun gefärbte Membran von einer gewöhnlich etwas tiefer tingirten Masse durch einen schmalen hellen Saum getrennt wurde. Den eigentlichen Beweis indeß lieferten erst folgende zwei Methoden. Die erste besteht in der Maceration frischer Fasern in 36 % Salpetersäure. Zerzupft man einen Nerven der 24 — 54 Stunden in jener Flüssigkeit verweilt (die Zeit ist je nach der Thierspecies verschieden), so erhält man wohl isolirte Axencylinder, an denen außer oft recht regelmäßigen doppelten Conturen in der Continuität besonders die Bruchenden dadurch imponiren, daß eine Membran um den bis 0,05 mm. herausragenden Axenfaden runzlich gefaltet ist.

Die zweite Methode ergab sich aus der Erwägung, daß der Axencylinder bei Osmiumsäure-Einwirkung erst quillt und nachher leicht schrumpft. Nachdem die richtige Concentration in einer Lösung von 1,0 : 350,0 bis 800,0 gefunden worden, gelang es an Nerven des Schweins, Kaninchens, Hundes, Frosches etc. durch Maceration während 6 bis 20 Stunden eine solche Consistenz der Fasern zu erzielen, daß bei vollständiger Färbung des Marks der Axencylinder ohne Schwierigkeit auf weite Strecken isolirt werden konnte. An diesen Präparaten nahm man nun aufs evidenteste wahr, wie der Axencylinder jederseits von deutlichen doppelten Conturen begrenzt war, ferner wie die Scheide bald hier, bald da zarte schleierartige Falten bildete, oder an Stellen, wo sie abgerissen, den Axenfaden umgriff. Auch solche Bilder fehlten nicht,

an denen durch irgend welchen Insult bei der Präparation die Scheide aufgeschlitzt und in größeren oder kleineren Fetzen zur Seite geschlagen war.

Hiermit glaube ich einen genügenden Beweis für die Existenz einer Scheide und für die Präexistenz des Axencylinders überhaupt beigebracht zu haben; denn alle Gründe, die man bisher herbeigezogen, hatten noch nicht mit Sicherheit die Selbstständigkeit des Axencylinders als eines im lebenden Nerven gesonderten Gebildes erhärten können.

Eine fibrilläre Structur konnte an keinem Gebilde der Nervenfaser constatirt werden.

Rostock 28. März 1876.

Universität.

Se. Majestät der König haben Allergnädigst geruht, den bisherigen ordentlichen Professor an der Universität zu Heidelberg Dr. theol. Heinrich Hermann Schulz zum ordentlichen Professor in der theologischen Facultät dieser Universität zu ernennen.

Als Ersatz für den verstorbenen Consistorialrath Professor Dr. Duncker hat der Herr Minister den Consistorialrath, ordentlichen Professor Dr. Reuter zu Breslau in gleicher Eigenschaft in die hiesige theologische Facultät versetzt.

Als Privatdocenten haben sich habilitiert:

in der theologischen Facultät:

Lic. theol. F. Kattenbusch für Kirchengeschichte und besonders Dogmengeschichte.

In der juristischen Facultät:

Dr. jur. E. Zitelmann, für Römisches Recht und Rechtsphilosophie.

In der philosophischen Facultät:

Dr. phil. O. Drude und Dr. phil. P. Falkenberg, beide für das Fach der Botanik.

Mittheilungen aus dem Universitäts-Laboratorium.

Von

H. Hübner.

1. Metanitrobenzanilid aus Benzanilid. Von L. Mears.

Es ist früher im hiesigen Laboratorium nachgewiesen worden, daß bei der Nitrirung von von Benzanilid Para- und Ortho-nitrobenzanilid entstehen, es hat sich jetzt gezeigt, daß neben diesen Verbindungen auch das Metanitrobenzanilid sich bildet.

Zieht man das nitrite, trockne Benzanilid anhaltend mit kaltem Chloroform aus, oder erwärmt es mit demselben, so löst das Chloroform dasOrtho- und Meta-nitrobenzanilid auf, während das *Paranitrobenzanilid* zurückbleibt. Wird die

Lösung in Chloroform dann eingetrocknet und der Rückstand mit kochendem Alkohol aufgenommen, so krystallisiren aus diesem zunächst die gelben, breiten Nadelfächer des Metanitrobenzanilids, welches umkrystallisirt den unveränderlichen Schmelzpunkt von 144° zeigt. Dies Anilid ist in Wasser unlöslich, in kaltem Alkohol wenig löslich, während die Orthoverbindung in letzterem leichter löslich ist. In Chloroform sind beide Verbindungen fast gleich löslich. Natronlauge spaltet aus dieser Verbindung das bei 108° schmelzende Metanitranilin ab.

Die Metaverbindung scheint vielleicht nur bei Anwendung von sehr starker Salpetersäure zu entstehen.

2. Orthonitracetanilid aus Acetanilid.

Von W. Grethen.

Wird Acetanilid nitrirt, so scheidet sich nach dem Verdünnen mit Wasser aus der verdünnten Salpetersäure fast nur das bei 208° schmelzende Paranitracetanilid ab, während in der wässrigen Säure das Orthonitracetanilid gelöst bleibt. Schüttelt man die verdünnte Salpetersäure mit Chloroform gut durch, so wird das Orthonitracetanilid von demselben aufgenommen.

Wird das Orthonitracetanilid, nach Vertreibung des Chloroforms, aus Alkohol oder Wasser umkrystallisirt, so erhält man es in gelben Blättern die bei 78° schmelzen. Mit starker Salzsäure bei 140° kann man aus diesem Acetanilid das Orthonitranilin (Schmelzpunkt 71°) am besten abscheiden.

3. Nitrirung der Nitrobenzanilide.

Von E. v. Schwartz.

Nicht ganz reines Paranitrobenzanilid vom Schmelzpunkt 192° (statt 200° C) wurde nitrirt. Die Nitrirung mittelst rauchender Salpetersäure vom spec. G. 1,52 geschah bei gelinder Erwärmung, die Einwirkung war ziemlich heftig. Nach viertelstündiger Einwirkung fiel auf Zusatz von Wasser eine stark gelbe, körnige Verbindung aus. In heißem Alkohol, Chloroform und Aether war dieselbe etwas, in kochendem Eisessig und Benzol viel leichter löslich. Gut ausgebildete Krystalle erhält man nur aus einer nicht gesättigten Benzollösung. Aus letzterer krystallisirten:

I, hellgelbe, feine zu Büscheln vereinigte Nadeln oder zarte Blättchen vom Schmelzpunkt 178°;

II, farblose, glänzende, derbe Tafeln oder Säulen, welche Benzol gebunden hielten und daher aus der Lösung genommen unter Abgabe desselben verwitterten und blaßgelb und undurchsichtig wurden. Sie schmelzen bei 165°.

Da die Löslichkeit beider Verbindungen in Benzol gleich groß ist, so konnten sie nur durch Aussuchen der verschiedenen Krystalle getrennt werden. Die Verbrennung und Stickstoffbestimmung zeigte, daß beide Verbindungen drei Nitrogruppen enthielten.

Bei Nitrirung von ganz reinem Paranitrobenzanilid, erhielt ich nur die bei 165° schmelzenden Krystalle, daher sich die kleinen bei 178° schmelzenden Krystalle, wohl vom Meta-nitrobenzanilid ableiten.

Um die Stellung der Nitrogruppen in diesen

Verbindungen kennen zu lernen wurden die Krystalle mit Salzsäure bei 130° zerlegt.

a) Die kleinen gelben Nadeln mit dem Schmelzpunkt 178° gaben:

I, eine feste braunrothe Verbindung, die nach häufiger Trocknung zwischen Fließpapier und Krystallisation aus Alkohol oder Benzol hellgelbe, glänzende Blätter gab, die bei 175° schmolzen. Die Verbindung ist unzersetzt flüssig und verflüchtigt sich mit Wasserdämpfen. Sie konnte noch nicht analysirt werden.

Die gelben Nadeln gaben II. eine in Wasser lösliche und aus demselben in langen, fast farblosen, derben Nadeln krystallisirende Säure die bei 144° schmolz und ein sehr lösliches Bariumsalz bildete. Diese Säure scheint demnach die Orthonitrobenzoesäure zu sein.

b) Die derben Tafeln mit dem Schmelzpunkt bei 165° gaben ebenfalls I. eine rothbraune Verbindung die abgepreßt und aus Alkohol oder Benzol umkrystallisirt hellgelbe Nadelwarzen vom Schmelzpunkt 139—140° gab.

Neben dieser Verbindung entstanden farblose Nadeln einer bei 140° schmelzenden, in Wasser löslichen Säure. Ihr in Wasser schwerlösliches in farblosen Nadeln krystallisirendes Bariumsalz ließ durch die Barium- und Krystallwasserbestimmung die Säure als Metanitrobenzoesäure erkennen.

Mit der vollständigen Untersuchung dieser Verbindungen und der Amidirung derselben bin ich noch beschäftigt.

4. Zur Feststellung der Natur der Bibrombenzoesäuren. Von A. D. Lawrie.

1) βMetabromorthonitrobenzoesäure (mit dem

Schmelzpunkt 141°) giebt amidirt, in Aether gelöst und mit Salpetrigsäuregas kurze Zeit behandelt, nach Vertreibung des Aethers, beim Kochen mit einer gesättigten Lösung von Bromwasserstoff in Wasser, unter sehr starker Stickstoffentwicklung, eine

β Bibrombenzoesäure (Metaorthobrombenzoesäure) $C_6H_3Br^mBr^{+o}.COOH$, die aus Wasser in kurzen, farblosen Nadeln krystallisirt, welche bei 153° schmelzen. Der Schmelzpunkt dieser Säure liegt fast genau bei dem der Metabrombenzoesäure. Da diese Bibromsäure nicht sehr erheblich viel schwerer löslich ist als die Metamonobrombenzoesäure, auch die Salze dieser beiden Säuren nicht allzuverschieden in Bezug auf ihre Löslichkeit in Wasser sind, so erkennt man warum diese Bibromsäure aus der Metabrombenzoesäure durch Bromirung nicht rein zu erhalten ist.

Bariumsalz $(C_6H_3.Br_2.COO)_2Ba + 6\frac{1}{2}H_2O$. Besonders in Wasser, aber auch in verdünntem Alkohol lösliche, farblose, breite Nadeln.

Bleisalz $(C_6H_3Br_2.COO)_2Pb + 5H_2O$. Es bildet einen klein krystallisirten in Wasser schwer löslichen, weißen Niederschlag.

Kaliumsalz $C_6H_3Br_2.COOK$, dieses Salz bildet lange, farblose, derbe Nadeln, die in Wasser sehr leicht löslich sind. Es krystallisirt besser aus Alkohol und zwar ohne Krystallwasser.

2) αMetabromorthonitrobenzoesäure mit dem Schmelzpunkt 250°, wurde in genau derselben Art wie die βSäure in eine

α Bibrombenzoesäure (Metaorthobrombenzoesäure) $C_6H_3Br^mBr^{-o}.COOH$ übergeführt. Diese Bibrombenzoesäure ist in Wasser schwer löslich und krystallisirt aus demselben in langen, farblosen Nadeln die bei 227—229° schmelzen.

Bariumsalz $(C_6H_3Br_2COO)_2Ba + 4\frac{1}{2}H_2O$, das Salz ist in Wasser ziemlich schwer löslich und bildet lange, farblose Nadeln.

Der Schmelzpunkt dieser Säure und der Krystallwassergehalt ihres Bariumsalzes stimmen mit dem Schmelzpunkt und dem Wassergehalt des Bariumsalzes der aus Parabrombenzoesäure durch Nitrirung, Amidirung, Azotirung und Behandlung mit Bromwasserstoff gebildeten Bibrombenzoesäure überein, da diese beiden Säuren aber nach dem jetzigen Stand unseres Wissens nicht gleich sein können, so verdienen diese Säuren eine sehr genaue Untersuchung.

Eine Tribrombenzoesäure $C_6H_2Br_3.COOH$, wurde erhalten als βMetabromorthoamidobenzoesäure in Eisessig gelöst mit viel wässriger Bromwasserstoffsäure gemischt, mit Salpetrigsäuregas behandelt wurde. Diese Säure bildet farblose bei 178° schmelzende Nadeln.

Bariumsalz $(C_6H_2Br_3COO)_2Ba.3H_2O$, das Salz bildet große, farblose, in Wasser nicht sehr leicht lösliche Tafeln.

Bleisalz $(C_6H_2Br_3.COO)_2Pb$, es bildet einen weißen in Wasser unlöslichen Niederschlag.

βBibromsalicylsäure $C_6H_2Br_2.OH.COOH$. Diese Säure entsteht neben der βBibrombenzoesäure und wird von letzterer dadurch getrennt, daß man die Säuren mit Bariumhydroxyd kocht. Es entsteht dann das unlösliche $C_6H_2Br_2{O \atop COO}\}Ba$, welches von dem löslichen bibrombenzoesauren Barium abfiltrirt, gewaschen und dann zerlegt wird. Die βBibromsalicylsäure bildet farblose Nadeln, die in Wasser schwer löslich sind die

bei 221—222° schmelzen, und deren Lösung mit Eisenchlorid eine schön violette, tiefe Farbe bilden.

Bariumsalz $(C_6H_2Br_2.OH.COO)_2Ba + 2H_2O$. Dies Salz ist schwer löslich in kaltem, leicht in heißem Wasser löslich und bildet lange, farblose Nadeln.

Bleisalz $(C_6H_2Br_2.\left.\begin{matrix}COO\\O\end{matrix}\right\}Pb$, es bildet einen weißen in Wasser unlöslichen Niederschlag.

Natriumsalz $C_6H_2.Br_2.OH.COONa + 1\frac{1}{2}H_2O$. Dies Salz bildet lange in Wasser lösliche Nadeln.

5. Parabrom-metabrom-nitro-benzoesäure und Abkömmlinge. Von Edgar F. Smith.

Diese Säure wird leicht durch Nitrirung der Parabrom-metabrom-benzoesäure erhalten. Sie bildet in Wasser und Alkohol leicht lösliche, farblose Nadeln. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 162°. Sie ist unter theilweiser Zersetzung flüchtig.

Natriumsalz $C_6H_2Br_2.NO_2.COONa + 3H_2O$. Das Salz bildet farblose Nadeln oder Blättchen, die in kaltem Wasser nicht sehr löslich sind.

Kaliumsalz $C_6H_2Br_2.NO_2.COOK$. Derbe, farblose, in heißem Wasser leicht lösliche Nadeln.

Bariumsalz $(C_6H_2Br_2.NO_2.COO)_2Ba + H_2O$. In Wasser leicht lösliche, glänzende, farblose Nadeln.

Caliumsalz $(C_6H_2Br_2.NO_2.COO)_2Ca + 3\frac{1}{2}H_2O$. Nicht gut krystallisirende, leicht etwas röthlich gefärbte, sehr kleine Krystalle, das Salz ist in Wasser wenig löslich.

Magnesiumsalz $(C_6H_2Br_2.NO_2.COO)_2Mg$. In Wasser leicht lösliche, kleine Nadeln.

Bleisalz $(C_6H_2Br_2.NO_2.COO)_2Pb$. Weißer in *Wasser unlöslicher* Niederschlag.

Silbersalz, ein in Wasser unlöslicher weißer Niederschlag.

Kupfersalz, ein in Wasser unlöslicher hellgrüner Niederschlag.

Ammonsalz, bildet farblose, leicht lösliche Nadeln.

Parabrommetabromamidobenzoesäure $C_6H_2Br_2.NH_2.COON$. Diese, aus der vorher aufgeführten Säure durch Zinn und Salzsäure erhaltene Verbindung bildet lange, farblose Nadeln oder Blätter, die in heißem und kaltem Wasser wenig in wässrigem Alkohol leicht löslich sind. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 225°.

Calciumsalz $(C_6H_2Br_2.NH_2COO)_2Ca.4\frac{1}{2}H_2O$, das Salz bildet röthlich gefärbte, in Wasser ziemlich schwer lösliche Nadeln.

Strontiumsalz $(C_6H_2Br_2.NH_2COO)_2Sr+2H_2O$. Das in oft stark gefärbten Nadeln krystallisirende Salz, ist in Wasser schwer löslich.

Bariumsalz $(C_6H_2Br_2.NH_2.COO)_2Ba+4H_2O$. Das leicht röthlich gefärbte Salz ist in Wasser nicht sehr leicht löslich und bildet lange, glänzende Nadeln.

Kupfersalz $(C_6H_2Br_2NH_2.COO)_2Cu$, dies Salz bildet einen lebhaft grünen, in Wasser unlöslichen Niederschlag.

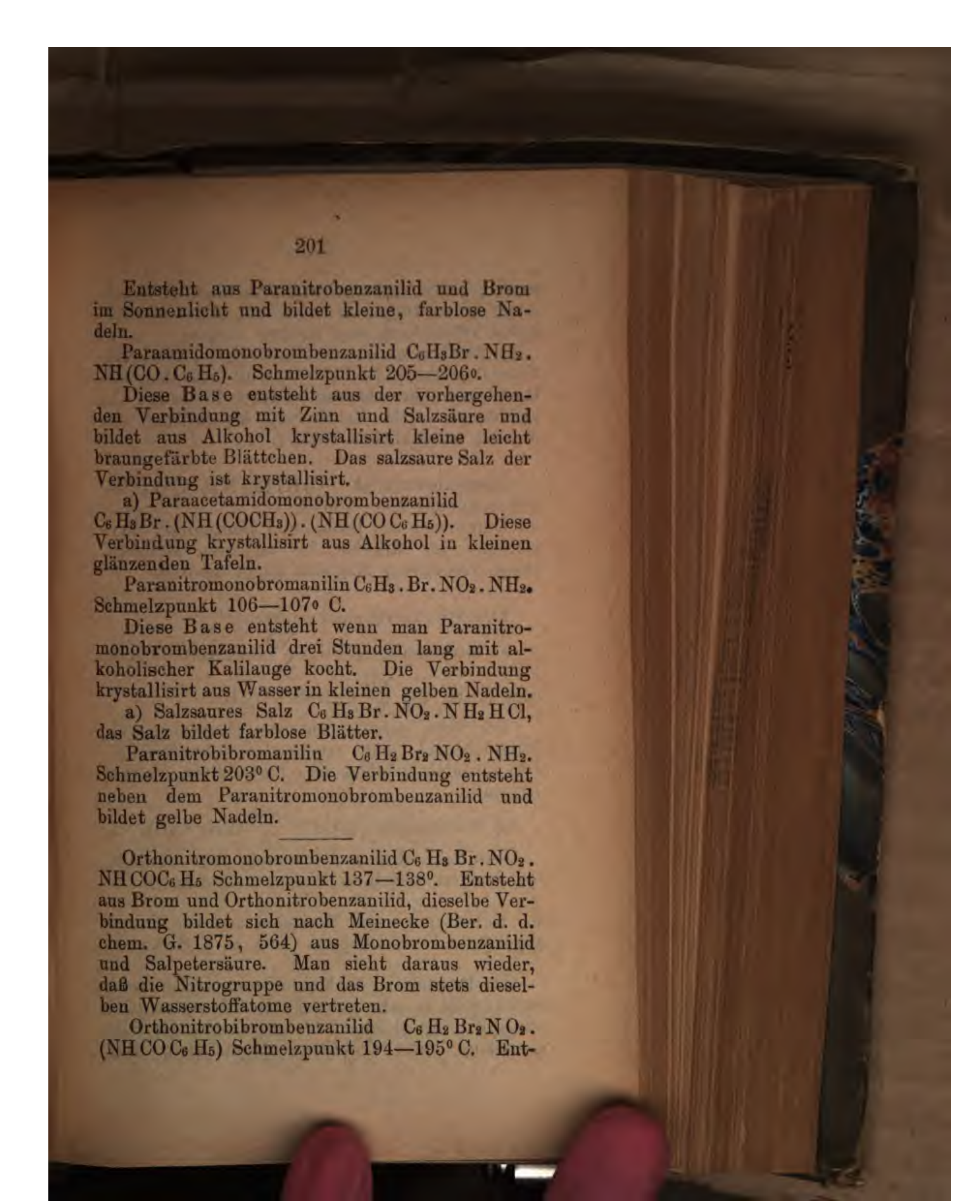
Das Bleisalz bildet einen weißen unlöslichen Niederschlag.

Das Silbersalz ist in Wasser löslich, aber sehr zersetzlich.

6. Ueber Paranitromonobrombenzanilid, Orthonitromonobrom-benzanilid, Desoxybenzoyldiaminsulfisäure und Abkömmlinge.

Von H. M. Johnson.

Paranitromonobrombenzanilid $C_6H_3Br.NO_2.NH(CO.C_6H_5)$. Schmelzpunkt 165—166° C.



Entsteht aus Paranitrobenzanilid und Brom im Sonnenlicht und bildet kleine, farblose Nadeln.

Paraamidomonobrombenzanilid $C_6H_3Br . NH_2 . NH(CO . C_6H_5)$. Schmelzpunkt 205—206°.

Diese Base entsteht aus der vorhergehenden Verbindung mit Zinn und Salzsäure und bildet aus Alkohol krystallisirt kleine leicht braungefärbte Blättchen. Das salzsaure Salz der Verbindung ist krystallisirt.

a) Paraacetamidomonobrombenzanilid $C_6H_3Br . (NH(COCH_3)) . (NH(CO C_6H_5))$. Diese Verbindung krystallisirt aus Alkohol in kleinen glänzenden Tafeln.

Paranitromonobromanilin $C_6H_3 . Br . NO_2 . NH_2$. Schmelzpunkt 106—107° C.

Diese Base entsteht wenn man Paranitromonobrombenzanilid drei Stunden lang mit alkoholischer Kalilauge kocht. Die Verbindung krystallisirt aus Wasser in kleinen gelben Nadeln.

a) Salzsaures Salz $C_6H_3Br . NO_2 . NH_2HCl$, das Salz bildet farblose Blätter.

Paranitrobibromanilin $C_6H_2Br_2NO_2 . NH_2$. Schmelzpunkt 203° C. Die Verbindung entsteht neben dem Paranitromonobrombenzanilid und bildet gelbe Nadeln.

Orthonitromonobrombenzanilid $C_6H_3Br . NO_2 . NHCOC_6H_5$ Schmelzpunkt 137—138°. Entsteht aus Brom und Orthonitrobenzanilid, dieselbe Verbindung bildet sich nach Meinecke (Ber. d. d. chem. G. 1875, 564) aus Monobrombenzanilid und Salpetersäure. Man sieht daraus wieder, daß die Nitrogruppe und das Brom stets dieselben Wasserstoffatome vertreten.

Orthonitrobibrombenzanilid $C_6H_2Br_2NO_2 . (NHCOC_6H_5)$ Schmelzpunkt 194—195° C. Ent-

steht aus der vorhergehenden Verbindung durch lange Einwirkung von Brom und bildet aus Alkohol krystallisirt, fast farblose Nadeln.

Orthonitromonobromanilin $C_6H_3Br.NO_2.NH_2$ Schmelzpunkt 112—115° C. wird aus dem Orthonitromonobrombenzanilid durch Kalilauge abgeschieden. Die Verbindung krystallisirt aus Wasser in röthlichen Nadeln.

Bibrombenzanilid $C_6H_3Br_2NH.COC_6H_5$ Schmelzpunkt 135—136° C.

Dargestellt aus Brom und Benzanilid, krystallisirt aus Alkohol in farblosen Blättern. Diese Verbindung läßt sich leicht nitriren.

Desoxybenzoyldiamidosulfibenzol.

a) Bariumsalz $(C_6H_4.\genfrac{}{}{0pt}{}{NH}{N}{>}C\,C_6H_4SO_2O)_2Ba$

oder $(C_6H_5.C{<}\genfrac{}{}{0pt}{}{NH}{N}{>}C_6H_3SO_2O)_2Ba$.

Die Säure entsteht aus dem Desoxybenzoyldiamidobenzol und rauchender Schwefelsäure. Das Bariumsalz bildet sehr harte, dicht vereinte Krystalle.

b) Natriumsalz $(C_6H_5C{<}\genfrac{}{}{0pt}{}{NH}{N}{>}C_6H_3SO_2O)_2Na$.

Dies Salz ist dem Bariumsalz sehr ähnlich, nur leichter löslich in Wasser und Alkohol.

7. Ueber einige von Mesitylen und von Tuluol abgeleitete Verbindungen. Von E. v. Schack.

Zur Darstellung des Mononitromesitylens wird zweckmäßig in sehr gut gekühltes Mesitylen ganz allmählich ein gleiches Volumen rauchender Salpetersäure unter Umrühren eingeträufelt. Das

Gemisch bleibt dann noch 5 Stunden lang in der Kältemischung stehen und wird dann in viel Wasser gegossen. Die bald wenigstens theilweise erstarrende, ölige Nitroverbindung wird dann mit Wasserdämpfen verflüchtigt, zwischen Fließpapier getrocknet und wenn nöthig aus Alkohol umkrystallisirt. Die Verbindung schmilzt bei 44—45° (nicht wie früher oft angegeben wurde 41—42° C.).

Die Nitroverbindung wurde durch Kochen mit Zink und Schwefelsäure, unter Verhütung der Verflüchtigung, amidirt.

Benzmesidin $C_6H_2(CH_3)_3(NH.CO.C_6H_5)$ entsteht durch zweistündiges Erhitzen von Benzoylchlorid und Mesidin auf 150°. Das mit Wasser gewaschne aus Alkohol krystallisirte Benzmesidin ist unlöslich in Wasser, schwer löslich in Eisessig, Aether und Alkohol aus letzterem krystallisirt es in farblosen, spitzen Nädelchen, die bei 203—204° C. schmelzen.

Mit rauchender und sehr kalter Salpetersäure geht das Benzmesidin in die Trinitroverbindung über, die sich aus Alkohol, in dem sie schwer löslich ist, in farblosen Nädelchen abscheidet, die etwa bei 300° unter Zersetzung schmelzen.

Mononitrobenzmesidin entsteht wenn man Benzmesidin etwa fingerhoch mit Eisessig überschüttet und Salpetersäure tropfenweise zufügt, bis alles Benzmesidin gelöst ist; dann 5 Stunden lang das Gemisch stehen läßt, dann dasselbe in Wasser gießt und den entstandenen Niederschlag in Alkohol, in dem er leicht löslich ist, auflöst. Aus dem Alkohol erhält man dann kleine Nadeln, die bei 168—169° schmelzen. Kalilauge zerlegt diese Verbindung kaum bei etwa 100°, Salzsäure scheidet bei 175° Benzoesäure und *Nitromesidin* ab.

Metanitrobenzmesidin.

Mesidin und Metanitrobenzoylchlorid vermischt geben nach dem Waschen mit Wasser, aus Alkohol krystallisirt Metanitrobenzmesidin in dünnen, farblosen Prismen vom Schmelzpunkt 205—206°. Diese Verbindung ist in Wasser und selbst in kochendem Alkohol schwer, in Eisessig leicht löslich.

Das Metanitrobenzmesidin wurde in starkabgekühlte Salpetersäure langsam eingetröpfelt und die gebräunte Lösung sofort in Wasser gegossen, der entstandene Niederschlag abfiltrirt und aus Alkohol umkrystallisirt. Die in Alkohol schwer lösliche Verbindung scheidet sich aus demselben in farblosen Nädelchen ab, die bei 307° schmelzen und in Eisessig leicht löslich sind. Es sind in dieser Verbindung drei Nitrogruppen für Wasserstoff eingetreten.

Wird das Metanitrobenzmesidin wie früher das Benzmesidin mit Eisessigverdünnung nitrirt, so erhält man a) eine in Alkohol schwer lösliche in farblosen, bei 207—208° C. schmelzende Nadeln von $C_6H(NO_2)(CH_3)_3(NH.(CO\,C_6H_4NO_2))$ und b) eine bei 186,5° schmelzende, ebenfalls in Nadeln krystallisirende Verbindung die viel leichter löslich in Alkohol ist.

Wird endlich Metanitrobenzmesidin mit 4 Theilen Wasser und 10 Theilen rauchender Salpetersäure nitrirt, so erhält man fast ausschließlich die bei 186,5° C. schmelzende Verbindung.

Metanitrobenzparatoluid.

Wird eine Lösung von Paratoluidin in Benzol mit einem Aequivalent Metanitrobenzoylchlorid versetzt, so entsteht sogleich ein Krystallbrei, wird derselbe gewaschen und aus kochen-

dem Alkohol umkrystallisirt, so erhält man farblose, bei 162° schmelzende Nadeln.

Wird diese Verbindung in ein kaltes Gemisch von 4 Theilen Wasser und 10 Theilen rauchender Salpetersäure eingetragen, darauf sogleich zur Mischung Wasser gesetzt und der entstandene Niederschlag gut gewaschen und aus Alkohol, in dem er schwer löslich ist umkrystallisirt, so erhält man lange, gelbe, glänzende Nadeln vom Schmelzpunkt 188,5° C. und der Zusammensetzung $C_6H_3.NO_2.CH_3.(NH.COC_6H_4NO_2{}^m)$.

Bei 175° C. zerfällt diese Verbindung mit wässriger Salzsäure in Nitrotoluidin vom Schmelzpunkt 114—115° C. und Metanitrobenzoesäure; Binatriumcarbonat zerlegt sie erst bei 200°.

Die hier beschriebenen Nitroverbindungen sollen amidirt werden um zu prüfen ob in denselben die Amidogruppen durch den Sauerstoff des Kohlenoxydes der Verbindungen beeinflußt werden können, wie dies bei den Benzoylorthodiamiden der Fall ist.

---

8. Verhalten der Bernsteinsäure zum Anilin, und Toluidin und die Nitroverbindungen der entstandenen Imide. Von A. J. Taylor.

I. Wird Anilin mit Bernsteinsäure zwei Tage lang stark gekocht so entstehen zwei Verbindungen von gleicher procentischer Zusammensetzung. Eine bei 156° schmelzende, in farblosen Nadeln krystallisirende Verbindung Succinanil oder Phenylsuccinimid, eine Verbindung der ich wegen des hochliegenden Schmelzpunktes eine doppelt so große Formel geben möchte als man

ihr bisher gab, also: $C_6H_5N{CO.C_2H_4.CO \atop CO.C_2H_4.CO}NC_6H_5$.
Ich will diese Verbindung Disuccinanil nennen. Die zweite neue, wohl polymere Verbindung krystallisirt ebenfalls in farblosen Nadeln zeigt aber einen unveränderlichen Schmelzpunkt bei 128°. Diese Verbindung zerlegt sich mit Kalilauge gekocht ebenfalls in Anilin und Kaliumsuccinat. Die Formel derselben ist wohl $C_6H_5N\langle{CO \atop {C_2H_4 \atop CO}}$. Diese Verbindung soll Succinanil genannt werden.

Succinanil sowohl wie Disuccinanil gaben mit Bariumhydroxyd gekocht das Bariumsalz der Succinanilsäure welches in Nadeln krystallisirt und folgende Zusammensetzung zeigt: $(C_{10}H_{10}O_3N)Ba.3H_2O$. Die in farblosen Nadeln krystallisirende Säure aus diesem Salz schmilzt bei 148°.

Das Succinanil ist vielleicht die von Mureton (Ann. Chem. 162, 166 Anmk.) beobachtete Verbindung.

Man hat also folgende Succinanilide zu unterscheiden:

I. $C_6H_5N{CO\,C_2H_4\,CO \atop CO\,C_2H_4\,CO}NC_6H_5$ (Schmelzpunkt 156°) Disuccinanil.

II. $C_6H_5N{CO \atop {C_2H_4 \atop CO}}$ (Schmpt. 128°) Succinanil.

III. $C_6H_5N{H \atop {CO \atop C_2H_4}}$ (Schmpt. 227°) Succinanilid.

$C_6H_5N{CO \atop H}$.

IV. $C_6H_5N{CO.C_2H_4.COOH \atop H}$ (Schmpt 148°)
Succinanilsäure.

Beim Nitriren giebt das Disuccinanil erstens das Paranitrodisuccinanil$(C_6H_4.NO_2N(COC_2H_4CO))_2$ in derben Nadeln Schmelzpunkt 208° und zweitens die Orthoverbindung $(C_6H_4.NO_2N(COC_2H_4CO))_2$ Schmelzpunkt 156° in großen monoklinen Prismen (Ber. d. d. chem. G. 1875, 1225). Welche Nitraniline diese Verbindungen enthalten muß noch untersucht werden. Diese beiden Verbindungen zerfallen beim Amidiren in Diamidobenzole und Bernsteinsäure. Das Succinanil giebt nitrirt erstens eine bei 208° schmelzende Paraverbindung, welche von der aus Disuccinanil bereiteten, gleich schmelzenden Verbindung, keinen Unterschied zeigt und zweitens eine zweite in hellgelben Nadeln krystallisirende bei 137° schmelzende Orthoverbindung, die sich durch kaltes Chloroform leicht von der Paraverbindung wegnehmen läßt und mit Kali behandelt Orthonitranilin gab, während sich aus der Paraverbindung, unter gleicher Behandlung Paranitroanilin abscheiden ließ. Diese beiden Nitroverbindungen zerfallen beim Amidiren in Diamidobenzole und Bernsteinsäure.

IIa) Mononitrosuccintoluid $C_6H_3.CH_3.NO_2.N(COC_2H_4CO)$ (Schmpt 140°) (Ber. d. d. chem. G. 1875, 1225) giebt amidirt, Diamidotoluol und Bernsteinsäure.

b) Succintoluidid $(C_6H_4.CH_3NH)_2(COC_2H_4CO)$ bildet sich beim Erhitzen von zwei Molecülen des Paratoluidins mit einem Molecül Bernsteinsäure und wird durch kochendes Wasser, in dem es unlöslich ist, vom Succintoluid befreit. Es ist in Alkohol schwer löslich und schmilzt bei 256°.

Mit *Salpetersäure* von spec. G. 1,5 behandelt

giebt es eine Tetranitroverbindung, die aus Eisessig krystallisirt kleine gelbe Nadeln giebt $(C_6H_2(NO_2)_2CH_3.NH)_2(COC_2H_4CO)$.

Ein Theil rauchende und ein Theil gewöhnliche Salpetersäure führen das Succintoluidid in feine, gelbe in Alkohol schwerlösliche Nadeln über, die bei 217° schmelzen.

Durch Amidirung wird auch aus dieser Verbindung Bernsteinsäure abgespalten.

9. I. Dinitrosuccinanilid.

Von J. J. Neurdenburg.

Das bei 227° schmelzende Succinanilid giebt mit rauchender Salpetersäure behandelt eine gelbe Verbindung, welche aus Anilin in langen schönen gelben Nadeln krystallisirt, die in Alkohol wenig löslich sind und aus demselben in Blättchen krystallisiren $(C_6H_4.NO_2.NH)_2COC_2H_4CO$. Beim Amidiren spaltet sich aus der Verbindung Diamidobenzol vom Schmelzpunkt 140° ab.

II. Sebacinanilid.

Sebacinsäure mit Anilin erhitzt giebt kleine glänzende Krystalle von Sebacinanilid, die bei 200° schmelzen und in Alkohol schwer löslich sind $(C_6H_5NH)_2(COC_8H_{16}CO)$.

Diese Verbindung zerfällt beim Nitriren.

10. Succinnaphtylamine. Von L. Hanemann.

Erhitzt man Naphtylamin und Bernsteinsäure in molecularem Verhältniß auf etwa 190° so erhält man eine in Alkohol leicht lösliche und eine zweite darin fast unlösliche Verbindung.

Die in Alkohol leicht löslichen, feinen, farblosen Nadeln schmelzen bei 152° und haben die

Formel $C_{10}H_7N\begin{matrix}CO\\ C_2H_4\\ CO\end{matrix}$.

Beim Nitriren gab diese Verbindung eine bei etwa 250° schmelzende Dinitroverbindung von

der Formel $(C_{10}H_5(NO_2)_2N\begin{matrix}CO\\ C_2H_4\\ CO\end{matrix})$, sie bildet kleine, gelbliche Nadeln.

Die in Alkohol kaum lösliche Verbindung bildet aus Alkohol krystallisirt zarte, farblose bei 285° schmelzende Nadeln
$(C_{10}H_7NH)_2COC^2H_4CO$.

11. I. Metaamidobenzanilid. Von Sennewald.

Bei der Nitrirung des Benzanilids entsteht, wie Herr Mears gezeigt hat auch Metanitrobenzanilid neben der Para- und Ortho-verbindung. Das so erhaltene Metanitrobenzanilid giebt amidirt das bei 250° (?) schmelzende Metaamidobenzanilid $C_6H_3.\overset{I}{N}H_2.(NH.COC_6H_5)^m$. Es ist fast unlöslich in kaltem Chloroform und läßt sich daher durch dasselbe von Paraamidobenzanilid trennen, welches in demselben leicht löslich ist. Es bildet farblose rhomb. Prismen.

1. Chlorid $C_6H_4\overset{I}{N}H_2.(NHCOC_6H_5)^mHCl$, farblose, lange Nadeln, leicht in heißem Wasser, schwer in kaltem Wasser und wässriger Salzsäure löslich. Giebt leicht Salzsäure ab.

2. Sulfat $C_6H_4\overset{I}{N}H_2.(NH(CO.C_6H_5)^m)H_2O_2SO_2$;

lange, farblose Nadeln. Auch in heißem Wasser schwer löslich.

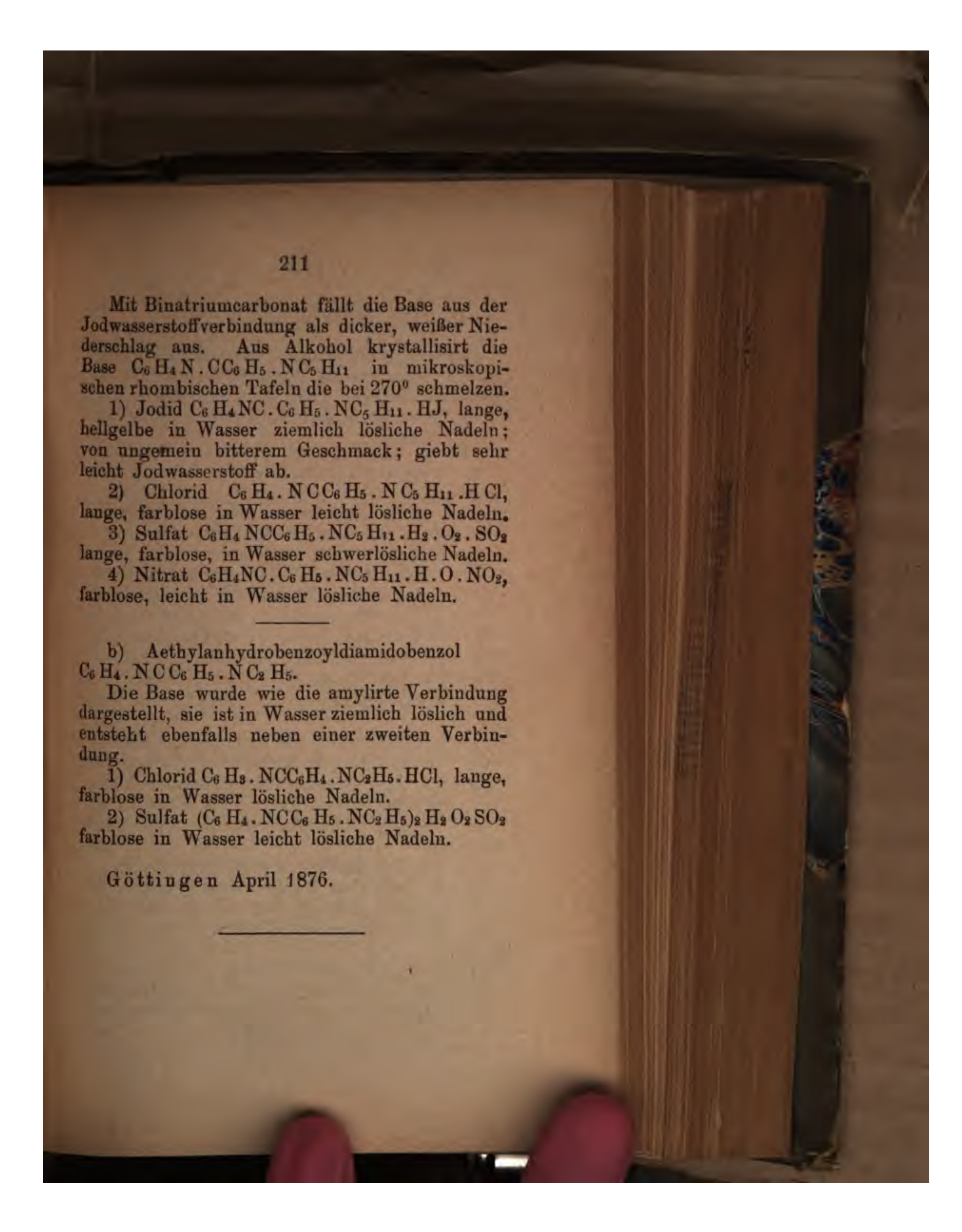
3. Nitrat $C_6H_4 . \overset{I}{N}H_2 (NH(COC_6H_5)^m) H . O . NO_2$, lange, farblose, in Wasser leicht lösliche Nadeln.

II. a. Zur Kenntniß des Anhydrobenzoyldiamidobenzols. Von Sennewald.

Das früher von Hübner und seinen Schülern untersuchte Anhydrobenzoyldiamidobenzol muß nach diesen Untersuchungen noch eine Imidgruppe (NH) enthalten, also noch ein durch Kohlenwasserstoffe vertretbares Wasserstoffatom. Um das Vorhandensein dieses vertretbaren Wasserstoffatoms durch den Versuch nachzuweisen, wurden folgende Versuche ausgeführt.

Zunächst wurde für das Wasserstoffatom eine Kohlenwasserstoffgruppe mit hohem Atomgewicht Amyl (C_5H_{11}) eingeführt um den durch die Analyse nachweisbaren Unterschied in der Zusammensetzung der ursprünglichen und der aus ihr abgeleiteten Verbindungen, nach Einfügung einer Kohlenwasserstoffgruppe, selbst bei diesen Basen mit bereits sehr hohem Atomgewicht recht groß zu machen.

Wird Anhydrobenzoyldiamidobenzol mit überschüssigem Jodamyl, aus dem gewöhnlichen Amylalkohol, drei Stunden lang auf 180° in einer Röhre erhitzt, dann der theilweise feste Röhreninhalt mit Alkohol aus der Röhre gelöst, der Alkohol verdampft und der Rückstand mit heißem Wasser behandelt, so läßt das Wasser eine dunkele in Blättern krystallisirende Verbindung zurück und löst die Jodwasserstoffverbindung der *amylirten* Base auf.



Mit Binatriumcarbonat fällt die Base aus der Jodwasserstoffverbindung als dicker, weißer Niederschlag aus. Aus Alkohol krystallisirt die Base $C_6H_4N.CC_6H_5.NC_5H_{11}$ in mikroskopischen rhombischen Tafeln die bei 270° schmelzen.

1) Jodid $C_6H_4NC.C_6H_5.NC_5H_{11}.HJ$, lange, hellgelbe in Wasser ziemlich lösliche Nadeln; von ungemein bitterem Geschmack; giebt sehr leicht Jodwasserstoff ab.

2) Chlorid $C_6H_4.NCC_6H_5.NC_5H_{11}.HCl$, lange, farblose in Wasser leicht lösliche Nadeln.

3) Sulfat $C_6H_4NCC_6H_5.NC_5H_{11}.H_2.O_2.SO_2$ lange, farblose, in Wasser schwerlösliche Nadeln.

4) Nitrat $C_6H_4NC.C_6H_5.NC_5H_{11}.H.O.NO_2$, farblose, leicht in Wasser lösliche Nadeln.

---

b) Aethylanhydrobenzoyldiamidobenzol $C_6H_4.NCC_6H_5.NC_2H_5$.

Die Base wurde wie die amylirte Verbindung dargestellt, sie ist in Wasser ziemlich löslich und entsteht ebenfalls neben einer zweiten Verbindung.

1) Chlorid $C_6H_3.NCC_6H_4.NC_2H_5.HCl$, lange, farblose in Wasser lösliche Nadeln.

2) Sulfat $(C_6H_4.NCC_6H_5.NC_2H_5)_2H_2O_2SO_2$ farblose in Wasser leicht lösliche Nadeln.

Göttingen April 1876.

Juristische Facultät.

Unter dem Decanat des Staatsraths Zachariä vom 18. März bis 29. April 1875 und des Geheimen Justizraths Thöl vom 29. April 1875 bis 18. März 1876 sind zu Doctores juris promoviert worden:

1. 3. April 1875 Jacob Strauß aus Rheinpreußen.
2. 7. April Hugo Rosenthal aus Schlesien.
3. 24. April Ernst Bock aus Cöln.
4. 1. Mai Friedrich Sabarth aus Hannover.
5. 15. Mai Bernhard Felsmann aus Breslau.
6. 5. Juni Richard Huch aus Braunschweig.
7. 9. Juni Max Rößler aus Breslau.
8. 16. Juni Jac. Riesser aus Frankfurt a/M.
9. 26. Juni Richard Behn aus Lübeck.
10. 30. Juni Eugen Dippe aus Tilsit.
11. 6. Juli Alexander Castendyk aus Bremen.
12. 7. Juli Wilhelm Wöhler aus Cassel.
13. 10. Juli Rob. Meyer aus Frankfurt a/M.
14. 17. Juli Alfred Klein aus Düsseldorf.
15. 21. Juli Carl Lüttich aus Artern.
16. 23. Juli Johannes Flesch aus Frankfurt a. M.
17. 24. Juli Ludwig Metzel aus Berlin.
18. 27. Juli Carl Devens aus Westphalen.
19. 28. Juli Heinrich Nelson aus Berlin.
20. 29. Juli Hermann Ruhbaum aus Mühlhausen.
21. 31. Juli Hermann Grote aus Bremen.
22. 2. Aug. Waldemar v. Leesen aus Hamburg.
23. 3. Aug. Hermann Colshorn aus Hannover.

Fortsetzung folgt.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

17. Mai. № 10. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 6. Mai.

Ueber das Leitungsvermögen der in Wasser gelösten Elektrolyte im Zusammenhang mit der Wanderung ihrer Bestandtheile.

Von

F. Kohlrausch,

correspondirendem Mitgliede.

Ich erlaube mir, als einen Nachtrag zu einer früheren Mittheilung (diese Nachrichten 1874. 405) einige Bemerkungen zur Mechanik der Elektrolyse vorzulegen. In dem genannten Aufsatze habe ich zusammen mit Hrn. Grotrian

nachgewiesen, daß wässerige, verdünnte Lösungen der Chloride von den sämmtlichen Alkalien und alkalischen Erden ein nicht sehr verschiedenes Leitungsvermögen besitzen, wenn eine gleiche Anzahl von Aequivalenten gelöst wird.

Hält man die noch bleibenden Unterschiede nun mit den Ueberführungszahlen der wandernden Bestandtheile zusammen, wie sie von Wiedemann, Weiske und vor Allem von Hittorf[1]) in dessen klassischer Arbeit über die Wanderungen der Jonen während der »Elektrolyse« festgestellt worden sind, so bemerkt man alsbald einen offenbaren Zusammenhang zwischen beiden Größen. Bei weiterer Verfolgung des Gegenstandes wird man dann zu einer durch ihre Einfachheit ausgezeichneten Annahme über das Wesen des elektrischen Leitungswiderstandes verdünnter Lösungen geführt, welche ich hier an den früheren sowie an einigen seitdem von mir beobachteten Beispielen entwickeln will.

Dem reinen Wasser kommt ein merkliches Leitungsvermögen nicht zu, und deswegen ist es am natürlichsten, die Stromleitung in der wässerigen Lösung eines Körpers so anzusehen, daß nicht das Wasser sondern daß die gelösten Theile den Strom leiten. Diese Auffassung dürften jetzt die meisten Physiker theilen[2]). Hiernach dient also das Wasser nur als das Mittel, in welchem die elektrolytischen Verschiebungen vor sich gehen, und elektrischer Leitungswiderstand der Lösung würde der Reibungswiderstand sein, welchen die wandernden Elemente des Sal-

1) Hittorf, Pogg. Ann. LXXXIX. 177; XCVIII. 1; CIII. 1; CVI 337. 513. Wiedemann, Ebd. XCIX. 182; Weiske, Ebd. CIII. 466.

2) Vgl. z. B. Hittorf a. a. O.; Quincke, Pogg. Ann. CXLIV. 2; Wiedemann, Galvanismus (2) I. S. 471.

zes u. s. f. an den Theilchen des Wassers und auch aneinander finden.

Ist nun die Lösung sehr verdünnt, so wird diese Reibung vorwiegend an den Wassertheilchen stattfinden. Demnach wird man weiter zu schließen versucht sein — und dies ist ein Schluß, der meines Wissens noch nicht gezogen worden ist — daß jedem elektrochemischen Elemente (z. B. dem Wasserstoff, Chlor oder auch einem Radicale wie NO_3) als solchem ein bestimmter Widerstand in verdünnter wässriger Lösung zukommt, gleichgültig, aus welcher Verbindung es elektrolysirt wird. Da wir aber von dem Wesen einer Lösung wenig wissen, so ist klar, daß eine solche Annahme nur durch erfahrungsmäßige Belege eine Berechtigung gewinnt.

Ich denke nun für eine große Gruppe von Körpern, nämlich für die sämmtlichen auf ihr Leitungsvermögen untersuchten einbasischen Säuren und ihre Salze den Nachweis führen zu können, daß die That sachen dem obigen Satze sehr nahe entsprechen.

Stellen wir uns zu diesem Zwecke verdünnte Lösungen vor, welche in gleichem Raume eine gleiche Anzahl elektrolytischer Molecule enthalten. Ich werde solche Lösungen als elektrochemisch gleichwerthige bezeichnen. Als elektrolytisches Molecul wird selbtverständlich nicht immer das von der Chemie jetzt angenommene Molecul angesehen, sondern derjenige Bruchtheil des letzteren, welcher durch die gleiche Strommenge zersetzt wird, wie ein Molecul aus zwei chemisch einwerthigen Bestandtheilen.

Jede Lösung bilde eine Säule vom Querschnitt Eins und werde von der elektrischen Scheidungskraft *(dem Potential* - Gefälle) Eins angegriffen.

Wenn alsdann die Jonen die entgegengesetzten Geschwindigkeiten u_0 und u besitzen, so ist nach dem Faraday'schen Gesetze, nach welchem jeder wandernde Molecul-Theil eine von seiner Natur unabhängige Elektricitätsmenge mit sich führt, die Stromstärke proportional mit $u_0 + u$ (und mit der Anzahl der in der Längeneinheit der Säule enthaltenen Molecule, welche ja aber in allen Lösungen gleich sein soll.)

Anderseits ist bekanntlich die Stromstärke im Querschnitt Eins bei der elektrischen Scheidungskraft Eins nichts Anderes, als was man das Leitungsvermögen l der Lösung nennt, welches demnach mit $u_0 + u$ proportional sein muß.

Das Verhältniß der Geschwindigkeiten u_0 und u ist von Hittorf für eine große Anzahl von Verbindungen bestimmt worden. Wir nennen mit Hittorf $n = \frac{u_0}{u_0 + u}$ die Ueberführungszahl des Bestandtheils, welcher die Geschwindigkeit u_0 besitzt.

Es seien nun zwei elektrochemisch gleichwerthige Lösungen zweier Verbindungen I und II gegeben, welche einen gemeinsamen Bestandtheil haben, z. B. denjenigen, welchem die Geschwindigkeit u_0 zukommt, während der andere Bestandtheil bez. u_1 und u_2 haben möge. Die Leitungsvermögen der Lösungen mögen bez. l_1 und l_2 heißen. Dann wird nach Obigem

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{u_0 + u_1}{u_0 + u_2} = \frac{\left(\frac{u_0}{u_0 + u_2}\right)}{\left(\frac{u_0}{u_0 + u_1}\right)} = \frac{n_2}{n_1}$$

Unsere Hypothese verlangt also, daß die Leitungsvermögen l electrochemisch gleichwerthiger Lösungen zweier Elek-

trolyte, welche einen Bestandtheil gemeinsam haben, sich umgekehrt verhalten, wie die Ueberführungszahlen n des gleichen Bestandtheiles;

oder auch, daß das Product aus dem Leitungsvermögen der Lösung und der Ueberführungszahl des gemeinsamen Bestandtheiles auf beiden Seiten gleich sei.

Diese Folgerung bestätigt sich nun in der folgenden Zusammenstellung sämmtlichen mir vorliegenden Materiales aus Elektrolyten mit einbasischen Säuren [1]).

1) Die Ueberführungszahlen n (f. S.) stammen von Hittorf; nur diejenigen für HNO_3 von Wiedemann und für $Sr\,Cl_2$ von Weiske. (Siehe die beinahe vollständige Zusammenstellung in Wiedemann, Galvanismus, (2) I. 558 ff.) Selbstverständlich gelten sie bei den zuerst aufgeführten Körpern für das Anion, bei den fünf letzten für das Kation. Wo es möglich war, habe ich sie für verdünnte Lösungen (1 bis 2%) genommen. Weil für die Kalisalze die meisten Bestimmungen vorliegen, und weil dieselben zweitens eine von dem Gehalte der Lösung ziemlich unabhängige Ueberführung aufweisen, sind diese als vergleichendes Mittel gewählt worden.

Die Leitungsvermögen der Chloride und der Salpetersäure finden sich in der genannten Arbeit von Grotrian und mir, diejenigen der anderen Säuren in den Sitzungsberichten der K. Baierischen Akademie der Wissenschaften, math.-nat. Cl. 1875 S. 298; die übrigen Salze sind neu von mir untersucht worden, mit Ausnahme des $Ag\,NO_3$, dessen Leitungsvermögen ich aus Wiedemann's Bestimmungen auf die Einheit der übrigen zurückgeführt habe (Pogg. Ann. XCIX. 227). Ich erinnere noch daran, daß die l folgendermaßen dargestellt wurden. Die Leitungsvermögen k von 5- und 10-procentigen Lösungen wurden in eine Gleichung $k = \varkappa p - \varkappa' p^2$ zusammengefaßt. Dann ist $\varkappa$ die Zahl, welche das specifische Leitungsvermögen des Körpers in verdünnter wässriger Lösung genannt wurde, nämlich die Grenze, welcher sich das Verhältniß des Leitungsvermögens zum Gehalte der Lösung, bei wachsender Verdünnung annähert. Die l entstehen dann, indem

	l_1	n_1		l_2	n_2	$\frac{l_1}{l_2}$	$\frac{n_2}{n_1}$
KCl	977	0,510	NaCl	807	0,63	1,21	1,23
»	»	»	NH_4Cl	949	0,51	1,03	1,00
»	»	»	$Ca\frac{1}{2}Cl$	742	0,68	1,32	1,33
»	»	»	$Mg\frac{1}{2}Cl$	712	0,69	1,37	1,35
»	»	»	$Ba\frac{1}{2}Cl$	800	0,62	1,22	1,22
»	»	»	$Sr\frac{1}{2}Cl$	777	0,65	1,26	1,27
»	»	»	HCl	3230	0,161	0,302	0,316
KNO_3	927	0,495	$AgNO_3$	810	0,53	1,14	1,07
»	»	»	HNO_3	3360	0,142	0,275	0,287
KBr	1044	0,514	HBr	3100	0,178	0,329	0,346
KJ	1048	0,50	HJ	3190	0,258	0,328	0,516
KCl	977	0,490	KBr	1044	0,486	0,94	0,99
»	»	»	KJ	1048	0,50	0,93	1,02
»	»	»	KNO_3	927	0,505	1,05	1,03
»	»	»	$KClO_3$	843	0,55	1,16	1,12
»	»	»	KAc	699	0,676	1,40	1,38

In der ganzen Zusammenstellung findet sich nur eine einzige bedeutende Differenz zwischen den Verhältnissen von n und von l, nämlich bei HJ. Gerade hier aber ist schon aus dem Gange der Ueberführungszahlen, welche Hittorf angibt, wahrscheinlich, daß das n für Jod zu groß gefunden worden ist. Da nur eine Beobachtung zu Grunde liegt, und da bei den Säuren nicht,

man die $\varkappa$ mit dem elektrochemischen Moleculargewicht (H = 1) des gelösten Körpers multiplicirt; sie stellen also Größen dar, welche unserer obigen Definition des Leitungsvermögens elektrochemisch gleichwerthiger verdünnter Lösungen entsprechen. Theilt man die Zahlen l durch 9, so hat man das Verhältniß der Anzahl gelöster Molecule zu der Anzahl der (halben) Wassermolecule zu Grunde gelegt. Ich bemerke noch, daß das Leitungsvermögen des Quecksilbers von 0° hier gleich 100000 gesetzt ist, und daß die Leitungsvermögen der Lösungen für 18° gelten.

wie bei den Salzen, Gegenversuche an beiden Elektroden angestellt werden können, so ist ein solcher Irrthum sehr leicht möglich.

Die Annahme von der unabhängigen Beweglichkeit der Jonen läßt sich zweitens durch die Ueberführungszahlen allein prüfen und hierdurch auch an Körpern, deren Leitungsvermögen noch nicht bekannt ist, bestätigen oder widerlegen. Man sieht nämlich leicht ein, daß zwischen den Ueberführungszahlen der vier Verbindungen, welche aus zwei Paaren elektrochemischer Atome A A′ und B B′ gebildet werden können, die folgende Beziehung bestehen muß. Es mögen gehören zu den Elektrolyten AB AB′ A′B A′B′ die Ueberführungszahlen $m_1 n_1$ $m_2 n_2$ $m_3 n_3$ $m_4 n_4$, wo m immer zu A, n zu B gehört, und natürlich stets $m + n = 1$ ist.

Dann verlangt unsere Annahme offenbar, daß

$$\frac{m_1}{n_1}\frac{m_4}{n_4} = \frac{m_2}{n_2}\frac{m_3}{n_3}.$$

In den folgenden sechs Beispielen aus *Hittorf's* Bestimmungen, mit Zuziehung der Zahlen für HNO_3 nach *Wiedemann*, dürften die Abweichungen von der verlangten Beziehung kaum mehr betragen, als die Unsicherheit der Beobachtung erwarten läßt.

A	A′	B	B′	n_1	n_2	n_3	n_4	$\frac{m_1 m_4}{n_1 n_4}$	$\frac{m_2 m_3}{n_2 n_3}$
K	Na	Cl	NO_3	0,51	0,495	0,63	0,614	0,60	0,60
Na	Ba	Cl	NO_3	0,63	0,614	0,616	0,61	0,38	0,39
H	Ca	Cl	NO_3	0,161	0,142	0,68	0,62	3,18	2,84
K	Na	Cl	J	0,51	0,50	0,63	0,62	0,59	0,59
K	Na	Cl	Ac	0,51	0,324	0,63	0,443	1,21	1,23
K	Ag	Ac	NO_3	0,324	0,495	0,627	0,626	1,88	1,72

Ich bin nach diesen beiden an der Erfahrung geprüften Folgerungen der Ansicht, daß der hier aufgestellte Satz eine große Wahrscheinlichkeit besitzt, das heißt, daß wir von der Beweglichkeit eines elektrolytischen Bestandtheils im Wasser sprechen dürfen. Hiernach stelle ich einstweilen folgende Zahlen für diese Beweglichkeit u auf, diejenige des Wasserstoffs gleich Eins gesetzt.

H	Br	Cl	J	K	NH_4	NO_3	Ag
1,00	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,15

ClO_3	Ba	Na	Ca	Sr	Mg	$C_2H_3O_2$(Ac)
0,15	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09

Die Beweglichkeit des Wasserstoffs übertrifft also diejenige der andern Elemente um das 5- bis 11fache, und es läßt sich wohl mit Sicherheit behaupten, daß das gute Leitungsvermögen der Säuren eben davon herrührt, daß der Wasserstoff ihr einer wandernder Bestandtheil ist. Vielleicht trifft dieselbe Bemerkung auch die gute Leitung in den gelösten Aetzalkalien.

Die obigen Zahlen geben nun auch die Möglichkeit, das Leitungsvermögen einer verdünnten Lösung eines Elektrolytes zu berechnen, dessen Bestandtheile die Beweglichkeiten u und u' besitzen. Enthält ein Gewichtstheil der Lösung p Gewichtstheile des Elektrolytes, bedeutet A sein elektrochemisches Moleculargewicht, so ist das auf Quecksilber bezogene Leitungsvermögen dieser Lösung bei 18° nahezu gegeben durch

$$k = 0{,}027 \frac{u + u'}{A} \cdot p.$$

Der Factor von p stellt also das specifische Leitungsvermögen * vor. (Vergl. d. Anm. S. 217.)

Endlich läßt sich auch, ähnlich wie dieß von Weber und R. Kohlrausch[1]) zuerst für das Wasser gezeigt worden ist, freilich damals unter elektrolytischen Voraussetzungen, welche den unserigen nicht entsprechen, die treibende Kraft, welche zu einer bestimmten Geschwindigkeit eines der obigen Bestandtheile gehört, in mechanischem Maaße ausdrücken. Durch Einführung des absoluten Widerstandes des Quecksilbers und des elektrochemischen Aequivalentes erhält man z. B. für Wasserstoff die Geschwindigkeit $\frac{2,9}{10^{12}} \frac{\text{Mm.}}{\text{Sec.}}$ als diejenige, welche zu der electrischen Scheidungskraft Eins in absolutem magnetischen Maaße gehört (Mm. Mgr. und Sec. als Grundeinheiten). Hieraus folgt, daß, wenn auf eine Säule von verdünnter HCl (oder HBr, HNO_3 u. s. w.) von a Mm. Länge eine elektromotorische Kraft von a Daniell'schen Bechern wirkt, der Wasserstoff mit einer Geschwindigkeit von 0,33 $\frac{\text{Mm.}}{\text{Sec.}}$ verschoben wird. Durch Multiplication dieser Zahlen mit u (v. S.) entsteht die Geschwindigkeit eines anderen Jons unter gleichen Verhältnissen.

Rechnet man die elektromotorische Kraft in mechanische Maaße um, indem man annimmt, daß der Wasserstoff durch die Kraft bewegt wird, welche auf die mit ihm wandernde Elektricitätsmenge von der elektromotorischen Kraft ausgeübt wird, so findet sich, daß, um den Wasserstoff mit der Geschwindigkeit 1 $\frac{\text{Mm.}}{\text{Sec.}}$ elektrolytisch durch Wasser hindurch zu pressen, auf jedes Milligramm Wasserstoff eine Kraft gleich

1) *Abh. der K. Sächs. Ges.* d. Wiss. V. 270.

dem Gewichte von 33000 Kgr. wirken muß [1]. Dividirt man mit dem Product aus dem elektrochemischen Moleculargewicht und der Zahl μ eines andern Bestandtheiles in 33000, so erhält man die für diesen geltende Zahl.

Wie weit die hier entwickelten Gesetze sich verallgemeinern lassen oder aber auf gewisse Gruppen von Körpern beschränkt bleiben, wie weit sie ferner genau oder nur angenähert gelten, dieß kann nur durch weitere Experimental-Untersuchungen entschieden werden. Jedenfalls muß ich hier schon erwähnen, daß von den auf ihr Leitungsvermögen untersuchten Körpern einer ganz außerhalb der obigen Beziehungen steht, nämlich die Essigsäure, sobald man nach Analogie mit den essigsauren Salzen annimmt, daß Wasserstoff das eine Jon bildet. Danach müßte nämlich die Essigsäure ein sehr guter Leiter sein, während sie in Wirklichkeit, auch in wässeriger Lösung, unter den hier aufgeführten Körpern nicht einmal den schlechtest leitenden nahe kommt. Es dürfte aus diesem ganz abnormen Verhalten zu folgern sein, daß bei der Essigsäure andere Bedingungen vorliegen als bei den andern Säuren oder auch bei den essigsauren Salzen, sei es in Betreff der chemischen Constitution oder der Art ihrer Lösung im Wasser [2]. Es liegt, wenn auch nicht zu den Beispielen dieser Mittheilung gehörig, ein ganz ähnlicher Fall in der wässrigen Ammoniak-Lösung vor. Da nämlich einerseits die Ammo-

1) Diese Zahlen beruhen lediglich auf den Leitungswiderständen, haben also nichts mit der Ueberwindung der chemischen Affinitätskräfte zu thun, welche sich in der Polarisation der Elektroden aussprechen.

2) Cyanwasserstoff scheint sich ähnlich zu verhalten.

niaksalze vorzüglich gut leiten und anderseits die Aetzalkalien Kali und Natron weit besser als ihre Salze, so erwartete ich, daß ganz besonders gut das wässrige Ammoniak leiten würde. Aber statt dessen verhält sich diese Substanz, wie die Essigsäure, als ein so schlechter Leiter, daß sie offenbar einer ganz andern Gattung von Körpern angehört. Diese Thatsache gibt der Meinung einiger Chemiker, daß das wässrige Ammoniak keine den Aetzalkalien entsprechende Verbindung NH_4OH enthalte, sondern daß sie eine bloße Auflösung von NH_3 sei, eine Stütze.

Die weitere Behandlung derartiger Fälle spare ich mir auf, so wie ich auch über die von mir beobachteten mehrbasischen Säuren und ihre Salze einstweilen nur bemerke, daß ihr Leitungsvermögen, aus den obigen Ueberführungszahlen der Bestandtheile berechnet, zu groß ausfällt.

Zum Schluß möchte ich noch auf einen anderen beachtenswerthen Vergleichungspunkt zwischen den Leitungsvermögen und den Ueberführungszahlen gelöster Elektrolyte hinweisen, auf welchen Hr. Hittorf selbst mich freundlichst aufmerksam gemacht hat.

Die meisten untersuchten Electrolyte weisen nämlich eine mit steigender Concentration der Lösung abnehmende Ueberführungszahl des Kations auf. Einige bewahren aber auch in stärkerer Lösung nahe dasselbe Verhältniß der Ueberführung, wie in verdünnter. Es sind dieß mehr oder weniger die Kalisalze und demnächst das einzige untersuchte Ammoniaksalz, das Chlorammonium.

Nun zeigt auch das Leitungsvermögen dieser letztgenannten Körper eine ähnliche Uebereinstimmung und *einen Gegensatz* gegen die übri-

gen. Bei den meisten Elektrolyten nimmt das Verhältniß des Leitungsvermögens zum Procentgehalt der Lösung stetig und beträchtlich ab; häufig ja so stark, daß die bekannte Erscheinung des Maximums auftritt. Gerade bei den Kali- und Ammoniak-Salzen aber ist dieß Verhältniß viel constanter.

Aus diesem, wie gesagt von Hrn. Hittorf bemerkten Zusammenhange würde das interessante Resultat sich ergeben, daß die Bewegungshindernisse, welche in dichterer Lösung auftreten, im Allgemeinen mehr das Kation als das Anion treffen. Doch füge ich gleich hinzu, daß auch dem letzteren eine mindere Beweglichkeit zugeschrieben werden muß, um die beobachteten Leitungsvermögen stärkerer Lösungen zu erklären.

Würzburg 1. Mai 1876.

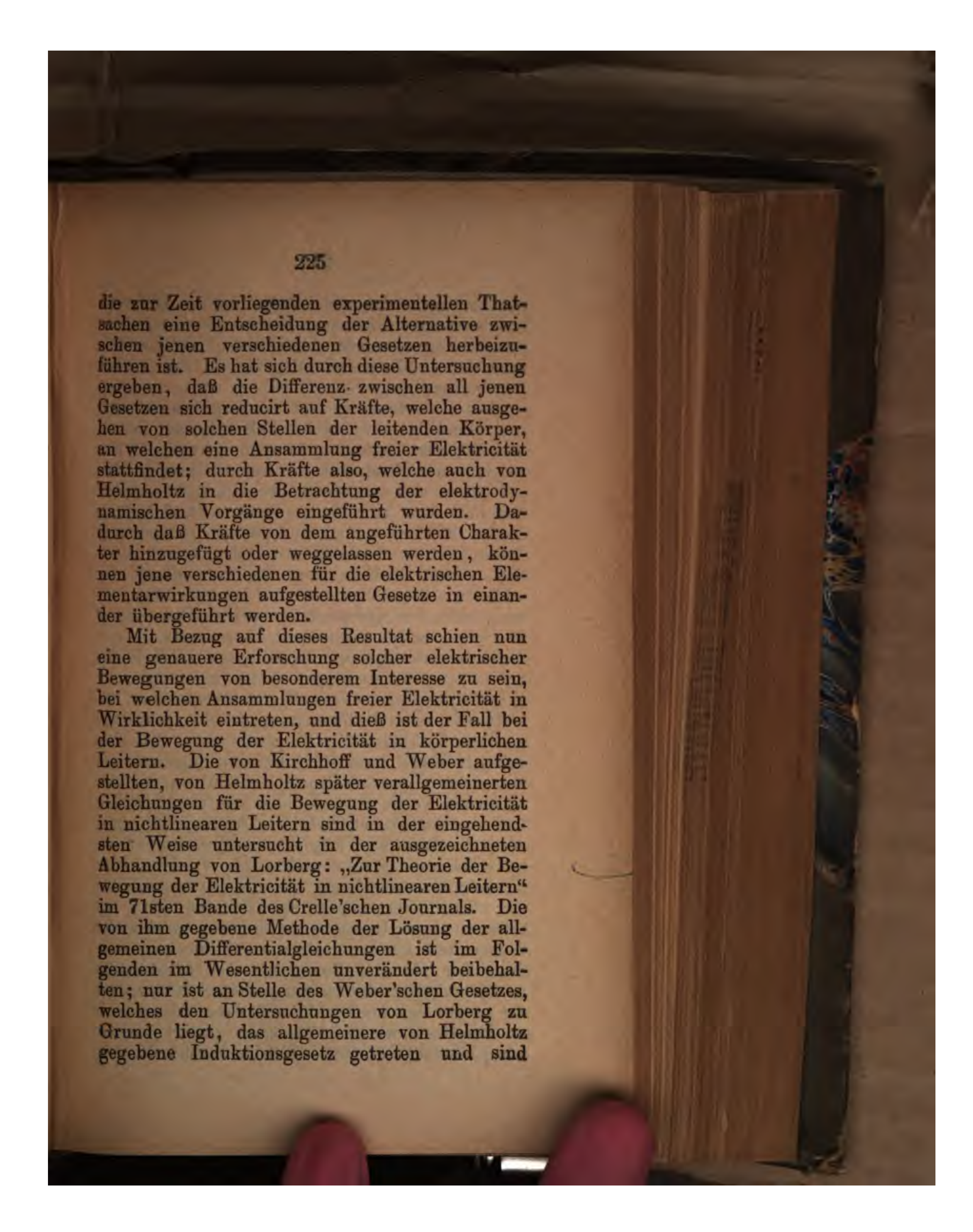
Ueber die Bewegung der Electricität in körperlichen Leitern insbesondere in einer leitenden Kugel.

(Vorläufige Mittheilung über eine im 21sten Bande der Abhandlungen der K. G. d. Wissenschaften erscheinende Arbeit.)

von

Eduard Riecke.

Im vergangenen Jahre habe ich die Ehre gehabt der K. G. der Wissenschaften eine Abhandlung vorzulegen, deren Inhalt durch eine Untersuchung der verschiedenen Gesetze gebildet wurde, welche für die electrischen, sei es ponderomotorischen, sei es elektromotorischen Elementarwirkungen aufgestellt werden können, ohne daß durch



die zur Zeit vorliegenden experimentellen Thatsachen eine Entscheidung der Alternative zwischen jenen verschiedenen Gesetzen herbeizuführen ist. Es hat sich durch diese Untersuchung ergeben, daß die Differenz zwischen all jenen Gesetzen sich reducirt auf Kräfte, welche ausgehen von solchen Stellen der leitenden Körper, an welchen eine Ansammlung freier Elektricität stattfindet; durch Kräfte also, welche auch von Helmholtz in die Betrachtung der elektrodynamischen Vorgänge eingeführt wurden. Dadurch daß Kräfte von dem angeführten Charakter hinzugefügt oder weggelassen werden, können jene verschiedenen für die elektrischen Elementarwirkungen aufgestellten Gesetze in einander übergeführt werden.

Mit Bezug auf dieses Resultat schien nun eine genauere Erforschung solcher elektrischer Bewegungen von besonderem Interesse zu sein, bei welchen Ansammlungen freier Elektricität in Wirklichkeit eintreten, und dieß ist der Fall bei der Bewegung der Elektricität in körperlichen Leitern. Die von Kirchhoff und Weber aufgestellten, von Helmholtz später verallgemeinerten Gleichungen für die Bewegung der Elektricität in nichtlinearen Leitern sind in der eingehendsten Weise untersucht in der ausgezeichneten Abhandlung von Lorberg: „Zur Theorie der Bewegung der Elektricität in nichtlinearen Leitern“ im 71sten Bande des Crelle'schen Journals. Die von ihm gegebene Methode der Lösung der allgemeinen Differentialgleichungen ist im Folgenden im Wesentlichen unverändert beibehalten; nur ist an Stelle des Weber'schen Gesetzes, welches den Untersuchungen von Lorberg zu Grunde liegt, das allgemeinere von Helmholtz gegebene Induktionsgesetz getreten und sind

gleichzeitig in den zur Integration der Differentialgleichungen dienenden Reihen gewisse Aenderungen vorgenommen, durch welche die Darstellung der resultirenden Integrale an Uebersichtlichkeit gewinnt.

Die Untersuchung von Lorberg bezieht sich nun allerdings nur auf den Fall ruhender Leiter, und bei der speciellen Anwendung auf die Bewegung der Electricität in einer leitenden Kugel hat er sich im Wesentlichen beschränkt auf den Fall von zum Radius senkrechten inducirenden Kräften, auf einen Fall also in welchem Ansammlungen freier Elektricität ausgeschlossen sind. Eine Entscheidung der zu Anfang erwähnten Alternative war aber bei ruhenden Leitern, einer von Helmholz gemachten Bemerkung zu Folge, selbst dann nicht zu erwarten, wenn die Untersuchung sich erstreckte auf solche Fälle, bei denen Ansammlungen freier Electricität in Wirklichkeit eintreten. Wenn ich trotzdem im Folgenden eine Untersuchung solcher Bewegungen der Elektricität und zwar speciell für eine ruhende Kugel ausgeführt habe, so geschah das aus einem doppelten Grunde; einmal war es mir wünschenswerth zunächst den von theoretischer und experimenteller Seite einfacheren Fall eines ruhenden Leiters in möglichst allgemeiner Weise zu erledigen, gewissermaßen als Vorarbeit für die komplicirteren Verhältnisse bei bewegtem Leiter; dann aber scheint mir derselbe auch ein selbstständiges Interesse zu besitzen, so fern er Gelegenheit giebt zu einer sehr einfachen Prüfung der für die Bewegung der Elektricität in körperlichen Leitern aufgestellten Gesetze, an der es zur Zeit noch fehlt, und dann, sofern sich an denselben, wie im Folgenden gezeigt werden wird, eine sehr einfache Methode anschließt, den

specifischen Widerstand irgend eines Leiters nach absolutem Maße zu bestimmen, wenn derselbe statt in die Form eines Drathes in die Form einer Kugel gebracht worden ist.

Der erste Theil der folgenden vorläufigen Mittheilungen bezieht sich auf die allgemeinen Bewegungsgleichungen der Elektricität, in leitenden Körpern, der zweite enthält die für die dämpfende Wirkung einer leitenden Kugel auf einen schwingenden Magnet sich ergebenden Formeln.

I. *Die allgemeinen Gleichungen für die Bewegung der Elektricität in körperlichen Leitern.*

Bei Zugrundelegung der von Helmholtz gebrauchten Bezeichnungen sind diese Gleichungen:

$$\lambda u + \frac{\partial \varphi}{\partial x} + A^2 \frac{dU}{dt} - X = 0$$

$$\lambda v + \frac{\partial \varphi}{\partial y} + A^2 \frac{dV}{dt} - Y = 0$$

$$\lambda w + \frac{\partial \varphi}{\partial z} + A^2 \frac{dW}{dt} - Z = 0.$$

Hier sind u, v, w die an irgend einer Stelle x, y, z des Leiters vorhandenen Strömungskomponenten, φ ist das Potential der freien Elektricität; X, Y, Z sind die Componenten der äußeren elektromotorischen Kräfte; die Größen U, V, W sind gegeben durch folgende Ausdrücke:

$$U = \frac{1-k}{2} \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \iiint \frac{u}{r} \, d\xi \, d\eta \, d\zeta$$

$$V = \frac{1-k}{2} \frac{\partial \Psi}{\partial y} + \iiint \frac{v}{r} \, d\xi \, d\eta \, d\zeta$$

$$W = \frac{1-k}{2} \frac{\partial \Psi}{\partial z} + \iiint \frac{w}{r} \, d\xi \, d\eta \, d\zeta$$

wo

$$\psi = \iiint \left\{ u \frac{\partial r}{\partial \xi} + v \frac{\partial r}{\partial \eta} + w \frac{\partial r}{\partial \zeta} \right\} d\xi \, d\eta \, d\zeta.$$

In diesen Integralen bezeichnet $d\xi\,d\eta\,d\zeta$ das Volumen eines an der Stelle ξ, η, ζ befindlichen Raumelements, u, v, w die in denselben vorhandenen Strömungskomponenten und ist

$$r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2.$$

Endlich bezeichnet in den für die Bewegung der Electricität gegebenen Gleichungen λ den Leitungswiderstand und ist $A = \frac{\sqrt{2}}{c}$, wo c die Webersche Constante.

Für das Potential φ der freien Electricität ergiebt sich die Gleichung

$$\text{I)} \qquad \frac{d\Delta\varphi}{dt} + \frac{4\pi}{\lambda} . \Delta\varphi - \frac{4\pi k A^2}{\lambda} . \frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0.$$

Zerlegt man ferner die Stromkomponenten u, v, w in je zwei Theile durch die Formeln

$$4\pi u = \chi_1 + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x dt}$$

$$4\pi v = \chi_2 + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y dt}$$

$$4\pi w = \chi_3 + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z dt}$$

so sind die Functionen χ_1, χ_2, χ_3, welche dem nicht von einer Abscheidung freier Electricität begleiteten Antheil der Strömungen entsprechen, partielle Integrale der Differentialgleichung

$$\text{II)} \qquad \Delta\chi. - 4\pi \frac{A^2}{\lambda} \frac{d\chi}{dt} = 0.$$

Die für die Funktionen χ_1, χ_2, χ_3 und φ sich ergebenden Differentialgleichungen werden natürlich nichts weiter leisten, als daß sich aus ihnen die Möglichkeit gewisser Reihenentwicklungen für jene Größen ergiebt; die Coefficienten dieser Reihenentwicklungen entsprechend den im speciellen Fall gegebenen äußeren Kräften, würden aber zunächst durch Zurückgehen auf die ursprünglichen Gleichungen bestimmt werden müssen. Jene im ganzen Innern des gegebenen Körpers zu erfüllenden Gleichungen lassen sich indeß, wie zuerst Weingarten angegeben hat, ersetzen durch gewisse nur an der Oberfläche zu erfüllenden Bedingungen; diese letzteren lassen sich auf folgende Form bringen; welche für $k = -1$ mit der von Lorberg gegebenen vollständig übereinstimmt:

$$\frac{1}{4\pi} \mathrm{S} \frac{do}{r^2} \frac{d(r\chi_1')}{dn} + \frac{A^2}{\lambda} \frac{d^2}{dt^2} \mathrm{S} \frac{\varphi'}{r} \frac{dx'}{dn} do + \frac{4\pi}{\lambda} . \dot{X}$$

$$\text{III)} \quad + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1-k}{2} \frac{A^2}{\lambda} \frac{d^2}{dt^2} \mathrm{S} \left(\varphi' \frac{dr}{dn} - r \frac{d\varphi_a}{dn} \right) do \\ + \left(\frac{1}{4\pi} . \frac{d}{dt} + \frac{1}{\lambda} \right) \mathrm{S} \frac{do}{r^2} . \frac{dr\varphi'}{dn} - \frac{4\pi}{\lambda} Q \end{array} \right\}$$

$$= 0.$$

Zwei ganz analoge Gleichungen mit Bezug auf y und z ergeben sich durch Vertauschung von X_1 mit X_2 oder X_3, von X mit Y oder Z, von x mit y oder z.

In diesen Gleichungen ist do ein Element der Oberfläche *des betrachteten* Körpers, χ_1', φ'

bezeichnen diejenigen Werthe, welche die entsprechenden Größen annehmen in dem betrachteten Element do, n ist die innere Normale dieses Elements; endlich ist Q das Potential elektrischer Massen, welche außerhalb des betrachteten Leiters in gegebener Weise an der Oberfläche irgend welcher Isolatoren vertheilt sein können. Nimmt man zu jenen Oberflächenbedingungen noch hinzu die für die Größen χ_1, χ_2, χ_3 geltende Gleichung

$$\text{IV)} \qquad \frac{\partial \chi_1}{\partial x} + \frac{\partial \chi_2}{\partial y} + \frac{\partial \chi_3}{\partial z} = 0$$

so hat man in den Gleichungen I, II, III und IV sämmtliche Bedingungen, von welchen die Lösung des Problems abhängt.

Mit Bezug auf die Lösungen der Differentialgleichungen I und II möge noch folgende Bemerkung hinzugefügt werden. Wenn wie dieß bei Problemen die sich auf den Fall einer Kugel beziehen, natürlich ist, die Componenten der äußeren elektromotorischen Kräfte gegeben werden durch Entwicklungen nach Kugelfunctionen, so werden auch für die Functionen χ und φ ähnliche Entwicklungen angezeigt sein.

Führen wir an Stelle der rechtwinckligen Coordinaten x y z Polarcoordinaten ein durch die Gleichungen

$$x = \varrho \cos \vartheta$$
$$y = \varrho \sin \vartheta \cos \psi$$
$$z = \varrho \sin \vartheta \sin \psi$$

und setzen wir

$$S^n_m = \sin^m \vartheta \, \mathfrak{P}^n_m \cos \vartheta \, \sin m\psi$$

$$C^n_m = \sin^m \vartheta \, \mathfrak{P}^n_m \cos \vartheta \, \cos m\psi$$

$$\mathfrak{P}^n_m \cos \vartheta = \cos^{n-m} \vartheta$$

$$- \frac{n-m \,.\, n-m-1}{2 \,.\, 2n-1} \cos^{n-m-2} \vartheta + \ldots .$$

so sind bekanntlich die Ausdrücke

$$\varrho^n S^n_m \text{ und } \varrho^n C^n_m$$

Kugelfunktionen $n$ter Ordnung. Die Differentialgleichungen I und II werden dann befriedigt durch die Funktionen

I′ $$\varrho^n q_n S^n_m \text{ und } \varrho^n q_n C^n_m$$

beziehungsweise

II′ $$\varrho^n p_n S^n_m \text{ und } \varrho^n p_n C^n_m$$

wenn die allein von der Entfernung ϱ abhängenden Größen q_n und p_n definirt werden durch die Reihen:

$$q_n = \frac{2^n \, \Pi(n)}{1.3..2n+1} \left(1 + \frac{g^2}{2.2n+3} \cdot \frac{\varrho^2}{a^2} + ..\right)$$

$$p_n = \frac{2^n \, \Pi(n)}{1.3..2n+1} \left(1 + \frac{c^2}{2.2n+3} \cdot \frac{\varrho^2}{a^2} + ..\right)$$

wo

$$\frac{g^2}{a^2} = 4\pi \frac{A^2}{\lambda} \cdot \varkappa$$

$$\frac{c^2}{a^2} = \frac{4\pi \varkappa^2}{\frac{4\pi}{\lambda} + \varkappa} \frac{A^2}{\lambda} \cdot k.$$

Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Abhängigkeit der äußeren inducirenden Kräfte, sowie der inducirten Strömungen von der Zeit lediglich durch einen Exponentialfaktor $e^{\varkappa t}$ gegeben ist.

II. *Ueber die in einer leitenden Kugel durch einen schwingenden Magnet hervorgerufenen Strömungen der Electricität.*

Wenn ein Magnet in der Nähe irgend eines leitenden Körpers schwingt, so wird er in diesem Ströme induciren, welche auf seine eigene Bewegung dämpfend wirken. Jene Ströme können zerlegt werden in Ströme verschiedener Ordnung, proportional den aufeinanderfolgenden Differentialquotienten des Drehungswinkels φ des Magneten nach der Zeit; daher wird auch das rückwirkende Drehungsmoment der inducirten Ströme zerfallen in eine Reihe einzelner Terme, welche proportional sind den aufeinanderfolgenden Differentialquotienten $\frac{d\varphi}{dt}, \frac{d^2\varphi}{dt^2}, \ldots$

Beschränken wir uns auf die beiden ersten Terme der Reihe, so kann jenes rückwirkende Drehungsmoment dargestellt werden durch den Ausdruck:

$$- P \cdot \frac{d\varphi}{dt} + Q \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

und die Bewegungsgleichung des Magnets wird dann gegeben sein durch:

$$(K - Q)\frac{d^2\varphi}{dt^2} + P\frac{d\varphi}{dt} + MT.\varphi = 0$$

wenn K das Trägheitsmoment, M das magnetische Moment des Magnets und T die Horizontalintensität des Erdmagnetismus. Aus der Theorie der gedämpften Schwingungen ergeben sich dann die Beziehungen

$$\frac{P}{K - Q} = 2 . \frac{\lambda}{\tau} \text{ und } \frac{MT}{K - Q} = \frac{\pi^2 + \lambda^2}{\tau^2}$$

wenn λ das logarithmische Dekrement, τ die Schwingungsdauer des gedämpften Magnets.

Es sollen im Folgenden die Werthe von P und Q angegeben werden für den Fall, daß der leitende Körper die Gestalt einer Kugel, und daß der schwingende Magnet gegen jene Kugel gewisse einfache Lagenverhältnisse besitzt.

Um diese räumlichen Verhältnisse möglichst kurz definiren zu können, nehmen wir ein Coordinatensystem zu Hülfe, dessen Anfangspunkt mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfallen möge; die x Axe desselben sei horizontal, parallel mit der Richtung der horizontalen Componente des Erdmagnetismus; die y Axe gehe vertical nach oben. Wenn unter dieser Voraussetzung die Drehungsaxe des Magnets unter allen Umständen vertikal also parallel zur y Axe angenommen wird, so wird über dieß die magnetische Axe desselben in der Ruhelage mit der Richtung der x Axe zusammenfallen. Im Uebrigen sollen dann folgende 4 verschiedenen Lagen des schwingenden Magnets betrachtet werden.

I. Der Mittelpunkt des Magnets liege auf der verticalen y Axe also über der leitenden Kugel.

II. Der Mittelpunkt desselben liege auf der horizontalen z Axe, daher seitlich von der leitenden Kugel.

III. Der Mittelpunkt des Magnets liege auf der x Axe, vor der leitenden Kugel.

IV. Der Mittelpunkt des Magnets falle mit dem Mittelpunkt der leitenden Kugel zusammen, ein Fall, welcher durch einen die Kugel umschließenden Magnetring realisirt werden könnte.

Es mögen ferner folgende Bezeichnungen eingeführt werden:

a sei der Halbmesser der Kugel.
v das Volumen derselben.
d der Abstand der Magnetpole vom Mittelpunkt der Kugel im I., II. und IV. Fall.
d_1 und d_2 die ungleichen Abstände des Nord- und Südpoles im III. Fall.
α sei der Winkel, welchen der nach dem Nordpol des schwingenden Magnets in der Ruhelage hinführende Kugel-Radius mit der x Axe einschließt.

Ferner werde zur Abkürzung gesetzt:
im ersten Falle:

$$\Gamma_m^n = \sin^m \alpha \left\{ \mathfrak{P}_m^n (\cos \alpha) + \mathfrak{P}_m^n (-\cos \alpha) \right\}$$

im zweiten Falle:

$$\Sigma_m^n = \sin^m \alpha \left\{ \mathfrak{P}_m^n (\cos \alpha) + \mathfrak{P}_m^n (-\cos \alpha) \right\} \sin \frac{m\pi}{2}$$

$$\Gamma_m^n = \sin^m \alpha \left\{ \mathfrak{P}_m^n (\cos \alpha) + \mathfrak{P}_m^n (-\cos \alpha) \right\} \cos \frac{m\pi}{2}$$

Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich für die im Vorhergehenden besprochenen Größen P und Q die Werthe.

Erster Fall

$$P = \frac{3}{4}\,\frac{A^2}{\lambda}\,.\,M^2\;v\,\frac{a^2}{d^6}$$

$$\cdot\left\{\begin{array}{l}\frac{3}{40}\left(\Gamma_2^2+\Gamma_0^2\right)^2+\frac{5}{56}\,\frac{a^2}{d^2}\left[\left(\Gamma_3^3+\Gamma_1^3\right)^2+6\,\Gamma_1^{3\,2}\right]\\ \quad+\frac{35}{384}\,\frac{a^4}{d^4}\left[\left(\Gamma_4^4+\Gamma_2^4\right)^2+15\left(\Gamma_2^4+\Gamma_0^4\right)^2\right]\end{array}\right\}$$

$$Q = \frac{3}{4}\,\pi\,\frac{A^4}{\lambda^2}\,M^2\,v\,\frac{a^2}{d^6}$$

$$\cdot\left\{\begin{array}{l}\frac{1}{35}\left(\Gamma_2^2+\Gamma_0^2\right)^2+\frac{1}{63}\,\frac{a^2}{d^2}\left[\left(\Gamma_3^3+\Gamma_1^3\right)^2+6\,\Gamma_1^{3\,2}\right]\\ \quad+\frac{5}{528}\,\frac{a^4}{d^4}\left[\left(\Gamma_4^4+\Gamma_2^4\right)^2+15\left(\Gamma_2^4+\Gamma_0^4\right)^2\right]\end{array}\right\}$$

Zweiter Fall

$$P = \frac{3}{4}\,\frac{A^2}{\lambda}\,M^2\,v\,\frac{a^2}{d^6}$$

$$\cdot\left\{\begin{array}{l}\frac{3}{40}\left(\Gamma_2^2+\Gamma_0^2\right)^2+\frac{5}{56}\,\frac{a^2}{d^2}\left[\left(\Sigma_3^3+\Sigma_1^3\right)^2+12\,\Sigma_1^{3\,2}\right]\\ \quad+\frac{35}{384}\,\frac{a^4}{d^4}\left[\left(\Gamma_4^4+\Gamma_2^4\right)^2+15\left(\Gamma_2^4+\Gamma_0^4\right)^2\right]\end{array}\right\}$$

$$Q = \frac{3}{4}\,\pi\,\frac{A^4}{\lambda^2}\,M^2\,v\,\frac{a^4}{d^6}$$

$$\cdot\left\{\begin{array}{l}\frac{1}{35}\left(\Gamma_2^2+\Gamma_0^2\right)^2+\frac{1}{63}\,\frac{a^2}{d^2}\left[\left(\Sigma_3^3+\Sigma_1^3\right)^2+12\,\Sigma_1^{3\,2}\right]\\ \quad+\frac{5}{528}\,\frac{a^4}{d^4}\left[\left(\Gamma_4^4+\Gamma_2^4\right)^2+15\left(\Gamma_2^4+\Gamma_0^4\right)^2\right]\end{array}\right\}$$

Dritter Fall

$$P = \frac{3}{4}\,\frac{A^2}{\lambda}\,M^2\,v$$

$$\cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{30}\,a^2 \left(\frac{1}{d_1^3} + \frac{1}{d_2^3}\right)^2 + \frac{2}{35}\,a^4 \left(\frac{1}{d_1^4} + \frac{1}{d_1^4}\right)^2 \\ \quad + \frac{1}{14}\,a^6 \left(\frac{1}{d_1^5} + \frac{1}{d_2^5}\right)^2 + \cdots \end{array} \right\}$$

$$Q = \frac{3}{4}\,\pi\,\frac{A^4}{\lambda^2}\,M^2\,v\,.\,a^2$$

$$\cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{4}{315}\,a^2 \left(\frac{1}{d_1^3} + \frac{1}{d_2^3}\right)^2 + \frac{16}{1575}\,a^4 \left(\frac{1}{d_1^4} + \frac{1}{d_2^4}\right)^2 \\ \quad + \frac{4}{539}\,a^6 \left(\frac{1}{d_1^5} + \frac{1}{d_2^5}\right)^2 + \cdots \end{array} \right\}$$

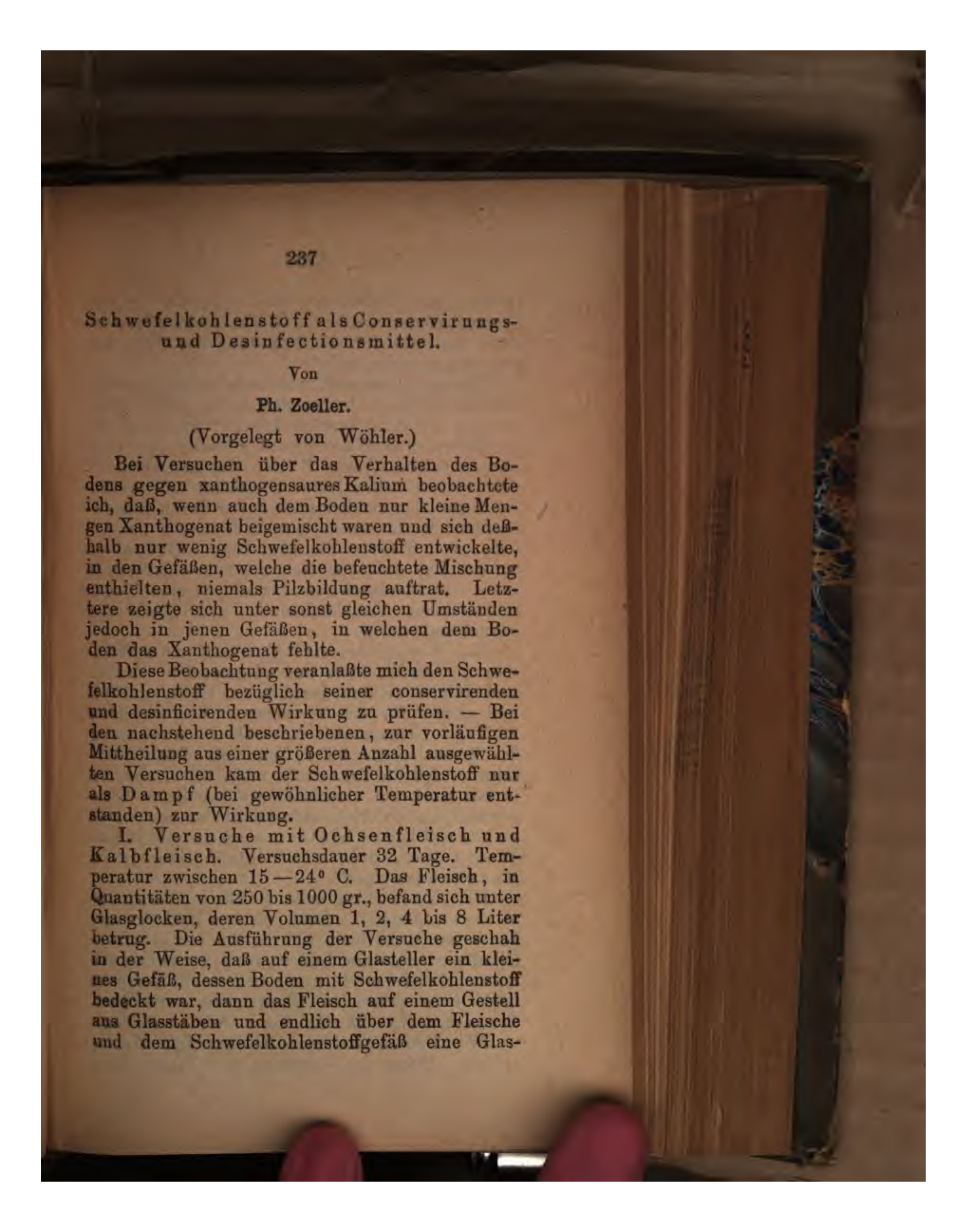
Vierter Fall

$$P = \frac{3}{2}\,\frac{A^2}{\lambda}\,M^2\,v\,\frac{a^2}{d^6}$$

$$\cdot \left\{ \frac{1\,.\,1}{3\,.\,5} + \frac{3\,.\,3}{7\,.\,9}\cdot\frac{a^4}{d^4} + \frac{5\,.\,5}{11\,.\,13}\,\frac{a}{d^8} + \cdots \right\}$$

$$Q = 12\,\pi\,\frac{A^4}{\lambda^2}\,M^2\,v\,\frac{a^4}{d^6}$$

$$\cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{1\,.\,1}{3\,.\,3\,.\,5\,.\,7} + \frac{3\,.\,3}{7\,.\,7\,.\,9\,.\,11}\,\frac{a^4}{d^4} \\ + \frac{5\,.\,5}{11\,.\,11\,.\,13\,.\,15}\cdot\frac{a^8}{d^9} + \cdots \end{array} \right\}$$



Schwefelkohlenstoff als Conservirungs- und Desinfectionsmittel.

Von

Ph. Zoeller.

(Vorgelegt von Wöhler.)

Bei Versuchen über das Verhalten des Bodens gegen xanthogensaures Kalium beobachtete ich, daß, wenn auch dem Boden nur kleine Mengen Xanthogenat beigemischt waren und sich deßhalb nur wenig Schwefelkohlenstoff entwickelte, in den Gefäßen, welche die befeuchtete Mischung enthielten, niemals Pilzbildung auftrat. Letztere zeigte sich unter sonst gleichen Umständen jedoch in jenen Gefäßen, in welchen dem Boden das Xanthogenat fehlte.

Diese Beobachtung veranlaßte mich den Schwefelkohlenstoff bezüglich seiner conservirenden und desinficirenden Wirkung zu prüfen. — Bei den nachstehend beschriebenen, zur vorläufigen Mittheilung aus einer größeren Anzahl ausgewählten Versuchen kam der Schwefelkohlenstoff nur als Dampf (bei gewöhnlicher Temperatur entstanden) zur Wirkung.

I. Versuche mit Ochsenfleisch und Kalbfleisch. Versuchsdauer 32 Tage. Temperatur zwischen 15—24° C. Das Fleisch, in Quantitäten von 250 bis 1000 gr., befand sich unter Glasglocken, deren Volumen 1, 2, 4 bis 8 Liter betrug. Die Ausführung der Versuche geschah in der Weise, daß auf einem Glasteller ein kleines Gefäß, dessen Boden mit Schwefelkohlenstoff bedeckt war, dann das Fleisch auf einem Gestell aus Glasstäben und endlich über dem Fleische und dem Schwefelkohlenstoffgefäß eine Glas-

glocke sich befanden. Während der ganzen Versuchsdauer wurde die Glocke nicht abgenommen und nur für die Erhaltung des Sperrwassers Sorge getragen.

Die verschiedenen Proben der einzelnen Fleischsorten hielten sich bei der angegebenen Temperatur in dem beschränkten, Schwefelkohlenstoffdampf und Wasserdampf enthaltenden Luftraume ohne jede Fäulnißerscheinung. Das Fleisch behielt seine Elasticität und veränderte nur oberflächlich seine Farbe durch Blässerwerden; im Innern hatte es vollkommen das Ansehen von frischem Fleische; beim Aufbewahren an der Luft zeigte es Neigung zum Austrocknen ohne daß hierdurch seiner nach einigen Tagen eintretenden Verschimmelung und Zersetzung vorgebeugt wurde.

II. Versuche mit Tauben und Hühnern. Geschlachtete und ausgeweidete Tauben und Hühner dienten, gerupft, zur Hälfte gerupft und ungerupft, den Versuchen. Versuchsdauer 32 Tage. Temperatur 15—24° C. Anordnung der Versuche wie bei I, nur mit dem Unterschiede, daß die Tauben etc. nicht lagen, sondern in mit Kork gut verschlossenen tubulirten Glasglocken an Drähten aufgehängt waren. Die ganzen Thiere hielten sich in gleicher Weise gut, wie die Fleischproben in Versuchsreihe I.

III. Versuche mit heißem Roggen-Weizen-Brode. Eben aus dem Backofen gekommenes Brod hielt sich in feuchter, Schwefelkohlenstoffhaltiger Luft ohne die geringste Spur Schimmel anzusetzen. Versuche nach I in passenden Glasglocken ausgeführt. Temperatur 15—24° C. Versuchsdauer 14 Tage.

IV. Versuche mit überreifen Zwetschen. Dauer des Versuches 192 Tage. Tem-

mertemperatur: während des Winters sank die Temperatur in dem gut geheizten Zimmer auch Nachts nicht unter 12° C. Der Versuch wurde in einem Glase von 20 Centimeter Höhe und 12 Centimeter Boden- und Oeffnungsdurchmesser ausgeführt. Auf dem Boden des Glases befand sich eine Wasserschicht sowie ein kleines zu $\frac{1}{3}$ mit Schwefelkohlenstoff gefülltes Glasnäpfchen. Mit Hülfe eines aus Glasstäben bestehenden Rostes wurden die Zwetschen über das Wasser und den Schwefelkohlenstoff aufgeschichtet und das vollgefüllte Glas mit einer aufgeschliffenen Glasplatte verschlossen.

Die Zwetschen, obgleich wegen Ueberreife stellenweise geplatzt, hielten sich völlig frei von Fäulniß und Schimmel; ihr Fleisch war eben so elastisch wie bei Beginn des Versuches; nur die äußere Farbe zeigte sich etwas bräunlich geworden, auch entwickelte sich beim Oeffnen der Früchte vom Kerne aus ein schwacher Blausäuregeruch. Zu bemerken ist noch, daß das Glas während der Dauer des Versuches 8 bis 10 Mal geöffnet wurde, ohne hierdurch die Haltbarkeit der Zwetschen zu schädigen.

In einem anderen Versuche wurden die Zwetschen über eine mehrere Centimeter hohe Schicht von Indigoküpe gebracht und das Glas mit gut aufgeschliffener Glasplatte verschlossen. Die Küpe färbte sich durch die Absorption des in dem Gefäße vorhandenen Sauerstoffes sofort tief dunkelblau, allein trotz der Wegschaffung des Sauerstoffes hielten sich die im Glase befindlichen Früchte nicht. Schon nach wenigen Tagen zeigten sie Zersetzung und faulten zu einer dick mit Schimmel überzogenen Masse zusammen.

V. Versuche mit Hefe. Zwei Portionen Zuckerlösung mit Preßhefe gestellt zeigten nach kurzer Zeit kräftige Gährung. Die eine der gährenden Flüssigkeiten kam unter die mit Wasser abgesperrte Glasglocke neben Schwefelkohlenstoff und schon nach 12 Stunden war Gährung kaum mehr zu beobachten. In der unter gewöhnlichen Umständen befindlichen anderen Lösung dagegen steigerte sich die Gährung zu stürmischem Verlauf und wurde erst nach 3 Tagen schwächer.

VI. Versuche mit Harn. Zwei Portionen Harn wurden unter zwei mit Wasser abgesperrte Glasglocken gebracht mit dem Unterschiede jedoch, daß in der einen Glocke neben dem Harngefäße noch ein kleines Schälchen mit etwas Schwefelkohlenstoff stand. Versuchsdauer 18 Tage. Temperatur 15—24° C. Schon nach 6 Tagen hatte sich in dem Harne, welcher sich nicht in der Schwefelkohlenstoffhaltigen Luft befand, die bekannte weißliche Decke des faulenden Harnes gebildet und am Ende des Versuches war er völlig übelriechend geworden und reagirte stark alkalisch. Dagegen zeigte der Harn in der Schwefelkohlenstoff-Atmosphäre zwar Trübung aber keine Zersetzung; er reagirte wie frischer Harn und übte keine alkalische Reaction auf Curcumapapier und rothes Laccmußpapier.

Indem ich mir die weitere Untersuchung vorbehalte, genügen die mitgetheilten Versuche zum Beweise, daß der Schwefelkohlenstoff jedenfalls ein sehr wirksames Conservirungs- und Desinfectionsmittel ist, um so wirksamer als derselbe schon bei gewöhnlicher Temperatur sich verflüchtigt und in einem verhältnißmäßig sehr wenig

Schwefelkohlenstoffdampf enthaltenden Luftraume jede Schimmelbildung und Fäulnißerscheinung ausgechlossen ist. Ich bin fest überzeugt, daß man Fleisch und andere leicht faulende und veränderliche Substanzen in einer Schwefelkohlenstoff-Atmosphäre sehr lange conserviren kann; und wenn, wie es mir nach verschiedenen Versuchen nicht unwahrscheinlich erscheint, sich das Fleisch etc. zum Genusse eignet, dann wäre diese so leicht und wohlfeil ausführbare Conservirungsmethode für den Transport von Lebensmitteln, für die Approvisionirung von Städten, für die Verproviantirung von Festungen u. s. w. von ganz außerordentlichem Werthe.

Schließlich bemerke ich noch bezüglich der Anwendung des Schwefelkohlenstoffes als Desinfectionsmittel, daß durch die von Dr. Grethe und mir empfohlenen xanthogensauren Alkalien eine dauernde Quelle von reinem Schwefelkohlenstoff in jedem Boden eröffnet werden kann.

Wien den 6. Mai 1876.

Universität.

Juristische Facultät.

Promotionen im Decanatsjahre 18. März 1875 bis dahin 1876:

(Fortsetzung.)

24. 4. Aug. Wilhelm Plessing aus Lübeck.
25. 7. Aug. Wilhelm Richter aus Colberg.
26. 10. Aug. Hermann Rettich a. Hamburg.
27. 13. Septbr. Paul Wehner aus Bunzlau.
28. *27. Octbr. Georg* Wolff aus Göttingen.

29. 13. Nov. Hermann Jahn aus Bremen.
30. 17. Nov. Max Steinfeld aus Breslau.
31. 20. Nov. Dietrich Lahusen aus Bremen.
32. 4. December Theodor Gütschow aus Hamburg.
33. 16. December Siegmund Neumann aus Breslau.
34. 17. Decbr. Carl Holstein a. Hamburg.
35. 18. Decbr. Theod. Mitelstädt a. Posen.
36. 20. Decbr. Rudolph Pralle aus Bremen.
37. 21. Decbr. August Harnier aus Cassel.
38. 22. Decbr. Otto Fleisz aus Ostpreußen.
39. 22. Januar 1876 Theodor Friedmann aus Breslau.
40. 29. Januar Albert Meyer aus Rheinpreußen.
41. 12. Februar Oscar Bredow aus Colberg.
42. 16. Februar Paul Löwy aus Berlin.
43. 18. Februar Wilhelm Rothe aus Posen.
44. 26. Februar Georg Schwarzkoppen aus Potsdam.
45. 1. März Conrad Schulz aus Mannheim.
46. 4. März. Oscar Gobert aus Hamburg.
47. 8. März Ludwig Staunau aus Mecklenburg-Schwerin.
48. 9. März Bernhard Schmidt aus Tilsit.
49. 11. März Richard Prien aus Lübeck.
50. 14. März Heinrich Ruland aus Bonn.
51. 15. März Wilhelm Leo aus Bonn.
52. 16. März Max Löffler aus Rheinpreußen.
53. 17. März Felix Seelig aus Memel.

---

1. April 1875 ist dem emeritierten Obergerichtsrath Dr. Ernst Gustav Schlüter zu Hannover das vor 60 Jahren ertheilte Doctordiplom erneuert worden.

Mit Glückwunsch zum Doctor-Jubiläum wurden die Diplome erneuert:

3. September 1875 dem Notar Dr. Carl Hermann Gildemeister zu Bremen.

18. November 1875 dem Oberamtsrichter Dr. Gerhard Conrad Heilmann zu Osnabrück.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten Februar, März 1876 eingegangene Druckschriften.

Leopoldina. Heft XII, Nr. 1—2. 1876.
Monatsbericht der k. Akad. der Wiss. zu Berlin. November 1875.
R. Clausius, die mechanische Wärmetheorie. 2te Aufl. Bd. I. Braunschw. 1876.
Annuaire statistique de Belgique. Sizième année. 1875. Bruxelles.
Bulletin de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique. T. 40. Nr. 12. Brux. 1875.
Mittheilungen des Geschichts- und Alterthums-Vereins zu Leisnig. Heft IV. 1876.
Vierteljahrschrift der Astron. Gesellsch. Jahrg. II. Heft 1.
Mémoires de la Soc. des Sciences phys. et natur. de Bordeaux. T. I. 2e série. 1876. Cah. 2.
Idem Extrait des procès-verbaux des séances. 1874—75.
Nature 329. 330.
Sitzungsberichte der physik.-medic. Societät in Erlangen. Heft 7. 1875.
H. Wild, Repertorium für Meteorologie. Bd. IV. H. 2. St. Petersburg. 4.
Zeitschrift d. deutschen morgenländ. Gesellsch. Bd. XXIX. H. 3. 4. 1875.
Marignac, sur les Chaleurs spécifiques des solutions salines. Genève 1876.
Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. 3te Aufl. Bd. I—IV. Leipzig 1875.
Mittheilungen der deutschen Gesellsch. für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. 8tes Heft. Sept. 1875. Nebst einer Beilage: Das schöne Mädchen von Poo. Jokohama 1875.

Lipschitz, Beitrag zur Theorie der Krümmung. Bonn 1874. 4.

H. Weber, Theorie der Abelschen Functionen vom Geschlecht 3. Berlin 1876. 4.

Nature. 331—335.

Leopoldina. Hft. XII. Nr. 3—6. Februar u. März 1876.

Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. XXV. No. 4.

Mit Tschermak mineralogische Mittheilungen. Bd. V. H. 4. Wien 1876.

Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrg. 1875. No. 14—18.

H. H. Bancroft, the native races of the Pacific States of North-America. Vol. 1—5. Leipzig 1875.

Fried. Field, Otium Norvicense, pars altera. Oxonii 1876.

Der zoologische Garten. XVI. Jahrg. 1875. No. 7—12.

Monthly Notices of the Roy. Astronom. Society. Vol. XXXVI. No. 1—4. 1875—76.

Abhandlungen der mathem.-physik. Cl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. Bd. XII. Abth. 1. 1875.

Abh. der philosophisch.-philolog. Cl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. Bd. XIII. Abth. 3. 1875.

Monatsbericht der königl. Akad. der Wiss. zu Berlin. December 1875.

Verein f. d. deutsche Nordpolarfahrt in Bremen. 39. Versammlung.

Berichte des naturwiss. medicinischen Vereins in Innsbruck. Jahrg. VI. 1875. H. 1.

Lotos. Jahrgang 25. Prag. 1873.

Proceedings of the American philos. Society. Vol. XIV. No. 94.

Proceedings of the Amer. Acad. of arts and sciences. New Ser. Vol. II. Whole Series. Vol. X. Boston. 1875.

Smithsonian Report for 1874. Washington. 1875.

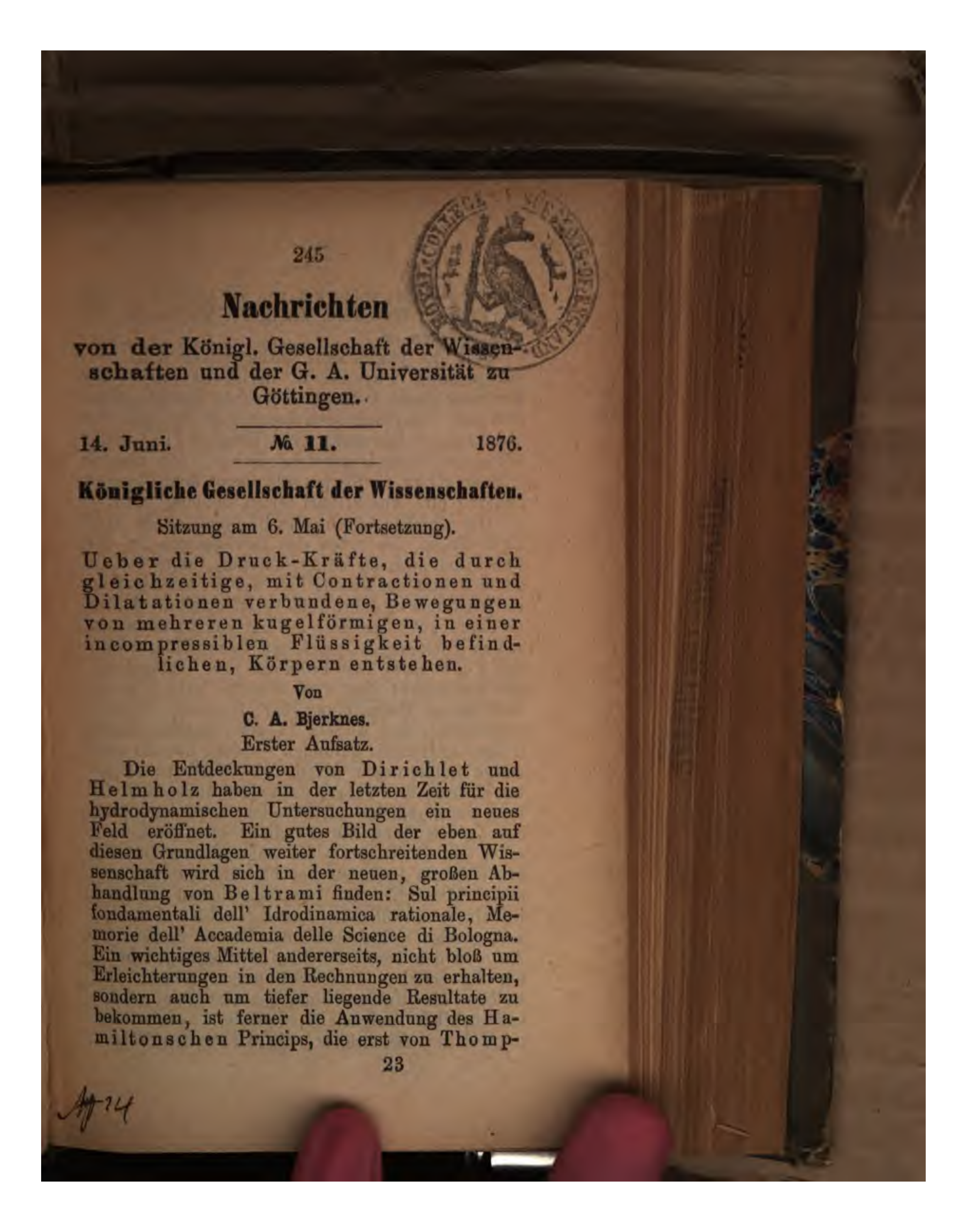
Proceedings of the Americ. Pharmaceutical Association, held 1875. Philadelphia. 1876.

Hayden, Report of the Un. States geological Survey of the Territories. Vol. II. Washington. 1875. 4.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for 1878. Washington. 1875. 4.

Powell, Report of explorations of the Colorado of the West etc. Ebd. 1874.

(Fortsetzung folgt.)



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

14. Juni. № 11. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 6. Mai (Fortsetzung).

Ueber die Druck-Kräfte, die durch gleichzeitige, mit Contractionen und Dilatationen verbundene, Bewegungen von mehreren kugelförmigen, in einer incompressiblen Flüssigkeit befindlichen, Körpern entstehen.

Von

C. A. Bjerknes.

Erster Aufsatz.

Die Entdeckungen von Dirichlet und Helmholz haben in der letzten Zeit für die hydrodynamischen Untersuchungen ein neues Feld eröffnet. Ein gutes Bild der eben auf diesen Grundlagen weiter fortschreitenden Wissenschaft wird sich in der neuen, großen Abhandlung von Beltrami finden: Sul principii fondamentali dell' Idrodinamica rationale, Memorie dell' Accademia delle Science di Bologna. Ein wichtiges Mittel andererseits, nicht bloß um Erleichterungen in den Rechnungen zu erhalten, sondern auch um tiefer liegende Resultate zu bekommen, ist ferner die Anwendung des Hamiltonschen Princips, die erst von Thomp-

son und Tait, späterhin von Bolzmann und Kirchhoff für diesen Zweig der Mechanik benutzt worden ist.

Wie die englischen Mathematiker und der letztgenannte Physiker in Berlin ist auch der Verfasser dieses Aufsatzes und schon seit längerer Zeit mit Untersuchungen beschäftigt, welche die gleichzeitige Bewegung von Körpern in einer Flüssigkeit zum Gegenstand haben. Ich nehme allgemeiner an, die Körper sollen auch die Volumen ändern; ihre Anzahl darf ferner beliebig sein.

Die einfache Lösung des Problems einer einzigen Kugel, die neben den Bewegungen in der Flüssigkeit auch das Volumen ändert, habe ich in den Schriften der Gesellschaft der Wissenschaften in Christiania im Jahre 1863 veröffentlicht. Dann im Jahre 1868, gestützt auf der von Dirichlet in seinen Vorlesungen gegebenen Behandlungsweise des Poissonschen Problems der Vertheilung der Electricität über zwei Kugeln, habe ich die vollständige Bestimmung der Bewegung zweier unveränderlicher Kugeln in einer gemeinschaftlichen Centrallinie gefunden — doch damals nur einige Folgerungen daraus veröffentlicht. Später in demselben Jahre, nach einer anderen Richtung verallgemeinernd, habe ich, bei Gelegenheit der Versammlung der skandinavischen Naturforscher in Christiania, die angenäherte Lösung des weiteren Problems der beliebigen Bewegung einer Mehrzahl von unveränderlichen Kugeln in einer unendlichen incompressiblen Flüssigkeit gezeigt, jedoch ohne den Beweis zu führen. Auch in den veröffentlichten Mittheilungen habe ich die Geschwindigkeits-Function selbst, auf welche die Untersuchung gestützt war, nicht ausdrücklich aufgestellt, sondern auch hier mich darauf beschränkt, die wichtigsten Folge-

rungen zu erwähnen. Nachdem ich im Sommer 1870 die entsprechende angenäherte Lösung des allgemeineren Problems gefunden hatte, bei welchen die Kugeln zugleich ihre Volumen ändern sollten, habe ich dann das folgende Jahr, — jedoch unter der Voraussetzung, daß die Centraldistanzen hinlänglich groß gewählt sind — mit der Aufstellung der exact gegebenen Geschwindigkeits-Function, eine vollständige Lösung desselben Problems schließlich vorbereitet. Doch gab ich in meiner Abhandlung die Resultate nur als approximativ an, weil ich erst nachher den eigentlichen Beweis für die Convergenz der Reihe, die dieselbe Geschwindigkeits-Function ausdrückt, gefunden habe. Die Aufgabe wurde auch insofern jetzt umfassender gestellt, als ich eine radiale Ausströmung und eine Durchströmung der Flüssigkeit zu derselben Zeit nicht ausschließen wollte. Das in dem Hamiltonschen Princip liegende wirksame Mittel, die Componenten der Totaldruck-Kräfte für den Fall, daß keine Ausströmungen oder Durchströmungen stattfinden, verhältnißmäßig leicht zu bestimmen, war mir damals und später noch unbekannt.

Eine auffallende Erscheinung, die schon aus den Formeln des Jahres 1870 geschlossen werden kann, welche aber durch die bei Benutzung des Hamiltonschen Princips entstehende übersichtlichere Form der Resultate ungleich leichter erkannt wird, eine Erscheinung, die sich dem Falle von periodischen Dilatations- und Contractionsschwingungen anschließt, habe ich erst im Anfange des vorigen Sommers bemerkt, und da ich die Gültigkeit der Resultate anfänglich bezweifelte, stellte ich Versuche an, um jene möglicherweise experimentel zu bestätigen. In einer *gewissen Beziehung* ist mir dieses zwar

gelungen; doch bin ich weit davon, zu behaupten in den hier hervortretenden Uebereinstimmungen, wie auffallend sie auch sind, eine eigentliche Verification gefunden zu haben. Die Bedingungen sind dafür in zu vielen und wichtigen Punkten noch zu sehr von den Bedingungen meines Problems entfernt. Demungeachtet werde ich die einfachen Versuche, die jetzt von mir in Verbindung mit dem Herrn Professor Schiötz einer vollständigeren Prüfung unterworfen und dann von mir oder von Herrn Schiötz ausführlicher beschrieben werden, bei dieser Gelegenheit nicht unberührt lassen, wie leicht auch ihre Verbindung mit den hier entwickelten Theorien erscheinen mag; wenigstens werden sie dazu dienen können, theilweise die gewonnenen Resultate zu illustriren.

Vielleicht gewinnen auch andere Physiker dadurch Interesse, auf umfassenderen Hülfsmitteln gestützt, die Resultate zu prüfen und den Gegenstand weiter zu verfolgen.

I. *Die Geschwindigkeits-Function.*

1. Es bewege sich in einer incompressiblen und unbegrenzten Flüssigkeit eine Anzahl von Kugeln, welche ihre Volumen verändern. Die Radien sollen gegen die Centraldistanzen sehr klein sein, und der Druck soll in unendlicher Ferne, wo die Flüssigkeit ruhend ist, einem constanten, oder höchstens nur von der Zeit abhängigen Werthe unbegrenzt sich näheren. Keine äußere Kräfte sollen in der Flüssigkeit wirksam sein.

Setzt man zugleich eine Geschwindigkeits-Function voraus, so wird dieselbe, wenn man die Verhältnisse der Radien zu den Centraldistanzen als sehr kleine Größen erster Ordnung ansieht und die kleinen Größen 5ter Ordnung außer Betracht läßt, in der Form

$$1) \qquad \varphi = \Sigma \varphi_g + \Sigma \varphi_{kg};$$

wobei g und $k = 1, 2, 3, \ldots m$, $g \lesseqgtr k$, m die Anzahl der Kugeln ist, dargestellt werden können.

Später werden fernere Beschränkungen eingeführt werden.

Es ließe sich übrigens zeigen, daß die unendliche Reihe, von welcher nach unserer Abhandlung: Sur le mouvement simultané de corps sphèriques variables dans un fluide indéfini et incompressible — aus den Verhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften in Christiania für das Jahr 1871, — hier nur die zwei ersten Glieder in Betracht kommen, wenigstens für hinlänglich große Werthe der Centraldistanzen convergirt; wie auch daß es Fälle giebt, wo diese Convergenz sich bis zur Berührung erstreckt. Man sehe hierüber eine Bemerkung in der Einleitung der obigen Abhandlung und in einer früheren: Om den samtidige Bevägelse af kugelformige Legemer i et incompressibelt Fluidum, abgedruckt in den Verhandlungen der Skandinavischen Naturforscher in Christiania 1868. Ebenso eine Bemerkung in der Mechanik von Kirchhoff, p. 223, Leipzig 1874.

Weil wir für unseren jetzigen Zweck jedoch nur einen niedrigeren Approximationsgrad gebrauchen, ziehen wir hier vor, statt auf frühere Resultaten zu verweisen, eine direkte Ableitung unserer Geschwindigkeitsfunction zu geben.

Es sollen die Functionen φ_g und φ_{kg} so bestimmt werden, daß $\Delta^2 \varphi = 0$, Δ^2 die Operation

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

bezeichnend, und x, y, z die Coordinaten eines Flüssigkeitstheilchens für ein rechtwinkliges Coordinatensystem. Ferner muß für jede der m Kugel, wenn man die kleinen Größen 5ter Ordnung außer Betracht läßt, die Oberflächenbedingung erfüllt werden und in unendlicher Ferne soll die Flüssigkeit, wie es früher vorausgesetzt worden ist, immer in Ruhe sein.

2. Hat man die einzige Kugel S_g, so ist die Geschwindigkeitsfunction, wie wir es schon in einer Abhandlung aus dem Jahre 1863 in den Verhandlungen der Wissenschaftsgesellschaft in Christiania: Om de indre Tilstande i et incompressibelt ubegrändset Fluidum, hvori en Kugle beväger sig, idet den forandrer Volum, gezeigt haben, auf die folgende Weise zu bestimmen:

$$2)\qquad \varphi_g = -\frac{1}{2}d_g \cdot \frac{d}{dt}\left(\frac{d_g^2}{r_g}\right).$$

Es bedeutet hier d_g der Radius der Kugel, r_g der Radius Vektor vom Mittelpunkte zum Flüssigkeitspunkte M oder (x, y, z); t ist wie gewöhnlich die Zeit; auf dieselbe bezieht sich die Derivation d, wobei doch die Coordinaten des Flüssigkeitspunctes, x, y, z, als constant betrachtet werden dürfen, während die Länge des Radius und die Lage des Mittelpunkts sich mit der Zeit ändern.

Man sieht erstens unmittelbar, daß die Gleichung $\Delta^2\varphi_g = 0$ erfüllt ist. — Daß auch die Oberflächenbedingung, durch diese Wahl der Function, befriedigt wird, läßt sich demnächst so zeigen. Es ist offenbar

$$-\frac{dr_g}{dt} = s'_g \cos(s'_g, r_g);$$

wenn s'_g die absolute Geschwindigkeit des Mittelpunktes g bedeutet, und (s'_g, r_g) den Winkel, eingeschlossen zwischen der Geschwindigkeitsrichtung und der Richtung des Radius Vector r_g, positiv genommen von g nach M. Bezeichnet zugleich d'_g — die accentuirten Buchstaben überhaupt Derivirte nach der Zeit bezeichnend — $\frac{dd_g}{dt}$, so wird die radiale Geschwindigkeit in M durch

$$\frac{d\varphi_g}{dr_g} = \frac{d^2_g}{r^2_g} d'_g + \frac{d^3_g}{r^3_g} s'_g \cos(s'_g, r_g)$$

ausgedrückt, und auf der Oberfläche der Kugel bekommt sie also den Werth

$$d'_g + s'_g \cos(s'_g, r_g).$$

Diese sagt aber aus, daß ein Flüssigkeitspartikel an der Oberfläche der Kugel auch in dem folgenden Augenblicke an der Oberfläche bleibt. — Man erkennt zuletzt mit Leichtigkeit auch, daß in unendlicher Ferne die Geschwindigkeit Null ist.

3. Wir machen nun in dem Folgenden Unschied zwischen der Function φ_g und die Operation φ_g. Führen wir die Derivation aus, indem wir den M Punkt als fest ansehen, werden wir die Operation φ_g so verstehen:

$$3)\quad \varphi_g = -\tfrac{1}{2}\, d_g \Big(a'_g \frac{\partial}{\partial a_g}(d_g^2 .) + b'_g \frac{\partial}{\partial b_g}(d_g .) + c'_g \frac{\partial}{\partial c_g}(d_g^2 .) + d'_g \frac{\partial}{\partial d_g}(d_g^2 .)\Big)$$

a_g, b_g, c_g sind dann die Coordinaten des Mittelpunktes g, a'_g, b'_g, c'_g die Componenten der Geschwindigkeit in diesem Punkte. $\varphi_g \left(\frac{1}{r}\right)_g$ fällt also mit der Function φ_g zusammen. Wir schreiben auch kürzer

$$3')\qquad \varphi_g = -\tfrac{1}{2}\, d_g \overset{e}{\Sigma}\, e'_g \frac{\partial}{\partial e_g}(d_g^2 .),$$

wo e die a, b, c, d bedeuten soll. Ebenso sondern wir zwischen

$$\varphi_g^0 = -\tfrac{1}{2}\, d_g . d'_g \frac{\partial}{\partial d_g}(d_g^2 .)$$

und

$$\varphi_g^1 = -\tfrac{1}{2} d_g \Big(a'_g \frac{\partial}{\partial a_g}(d_g^2 .) + b'_g \frac{\partial}{\partial b_g}(d_g^2 .) + c'_g \frac{\partial}{\partial c_g}(d_g^2 .)\Big),$$

so daß $\varphi_g = \varphi_g^0 + \varphi_g^1$.

Die Bedeutung der zusammengesetzten Operation $\varphi_g \varphi_k$ oder $\varphi_k \varphi_g$ ist hieraus klar. Der Deutlichkeit wegen schreiben wir doch ein beliebiges Glied auf, zum Beispiel

$$\tfrac{1}{4} d_g d_k . d'_g b'_k . \frac{\partial^2}{\partial d_g \partial b_k} (d_g^2 d_k^2 .).$$

4. Nachdem wir die Function φ_g auf die obige Weise gewählt haben, werden wir φ_k in der Umgebung von g entwickeln.

Wir führen, um den Ausdruck abzukürzen, die Operation $\mathfrak{D}_g$ ein, wo

$$\mathfrak{D}_g = \mathfrak{x}_g \frac{\partial}{\partial a_g} + \mathfrak{y}_g \frac{\partial}{\partial b_g} + \mathfrak{z}_g \frac{\partial}{\partial c_g}$$

und

$$\mathfrak{x}_g = \frac{x - a_g}{r_g}, \mathfrak{y}_g = \frac{y - b_g}{r_g}, \mathfrak{z}_g = \frac{z - c_g}{r_g}.$$

Wir verstehen weiter unter r_{kg} den Abstand zwischen den Punkten k und g. Ebenso ist $n! = 1. 2. 3. \ldots n$, wenn n eine ganze positive Zahl ist, und $0! = 1$.

Man hat dann für φ_k, das heißt $\varphi_k \frac{1}{r_k}$,

$$4) \qquad \varphi_k = \sum^n r_g^n . \frac{\mathfrak{D}_g^n}{n!} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

dessen erstes Glied selbstverständlich $\varphi_k \frac{1}{r_{kg}}$ ist. Diese Entwickelung besteht innerhalb eines kugelförmigen Raumes, dessen Centrum g ist und dessen Radius den Werth r_{kg} hat. Jedes Glied

genügt der partiellen Differentialgleichung $\Delta^2 = 0$; der Coefficient, welcher r_g^n entspricht, ist eine Kugelfunktion der Ordnung n.

5. Hiervon gehen wir zu dem Werthe von φ_{kg} über, indem wir r_g^n mit

$$\frac{n}{n+1} \cdot \frac{d_g^{2n+1}}{r_g^{n+1}}$$

vertauschen, so daß

$$5) \quad \varphi_{kg} = \sum^n \frac{n}{n+1} \cdot \frac{d_g^{2n+1}}{r_g^{n+1}} \cdot \frac{\mathfrak{D}_g^n}{n!} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}.$$

Auch hier wird jedes Glied der Gleichung $\Delta^2 = 0$ genügen, und die Coefficienten von $\frac{1}{r_g^{n+1}}$ sind Kugelfunktionen der Ordnung n. Diese Reihe convergirt für jeden Punkt des Raumes, welcher die Kugel S_g umgiebt.

6. Mit den so bestimmten Werthen von φ_g und φ_{kg} wird auch die Function φ der partiellen Differentialgleichung $\Delta^2 = 0$ genügen; φ, und ebenso die Derivirten dieser Function, werden endlich und continuirlich sein im ganzen Raume außerhalb der gegebenen Kugeln; in unendlicher Ferne werden sie gegen Null convergiren. Es erübrigt noch zu zeigen, daß auch die Oberflächenbedingungen befriedigt werden.

Um dieses zu beweisen greifen wir eine beliebige der gegebenen Kugeln aus, S_g, und den-

ken uns also jetzt, daß g eine bestimmte Zahl aus der Reihe $1, 2, 3, \ldots m$ bedeuten soll. Wir entwickeln φ in der Umgebung von S_g.

Die Funktion φ läßt sich auf folgende Weise schreiben — was besonders bequem ist, wenn man ihre Eigenschaften in der Nähe der S_g Kugel untersuchen will:

$$6) \quad \varphi = \varphi_g + \overset{k}{\Sigma}_g (\varphi_k + \varphi_{kg}) + \overset{i}{\Sigma}\overset{h}{\Sigma}_g \varphi_{ih};$$

i und h gehören auch den Zahlen $1, 2, 3 \ldots m$; ferner ist $h \lesseqgtr i$, und der Index g an den Summenzeichen giebt endlich an, daß $h = g$ darf ausgeschlossen sein. — Wir bemerken noch, daß das letzte Glied schon von 4ter Ordnung ist und, indem man die angegebene Approximationsgrenze festhält, zugleich unabhängig von x, y, z. Betrachtet man nemlich φ_{kg}, vertauscht man hierin k und g mit i und h, und entwickelt man darauf die neue Funktion in der Umgebung von g, so findet man leicht, weil die Operation φ_i aus dem $\overset{0}{\varphi}_i$ und $\overset{1}{\varphi}_i$ besteht:

$$7) \quad \varphi_{ih} = \tfrac{1}{2} \frac{d_h^3}{r_{hg}^2} \frac{d_i^2 d'_i}{r_{ih}^2} . \cos(ih, hg) + \ldots .$$

Die übrigen Glieder, die wir nur angedeutet haben, sind von höherer Ordnung als die vierte. (ih, hg) ist der Winkel, welcher die Centrallinie ih, von i nach h gezogen, mit der Centrallinie hg bildet, die letzte positiv gerichtet von h gegen g.

An der Oberfläche von S_g ist nun, indem wir kürzer

$$8)\qquad \psi_{kg} = \varphi_k + \varphi_{kg}$$

setzen, $\frac{\partial \psi_{kg}}{\partial r_g}$ gleich Null; ebenso ist $\frac{\partial \varphi_{ik}}{\partial r_g}$ Null, weil die Glieder der fünften Ordnung außer Betracht gelassen werden dürfen. Es wird somit für $r_g = d_g$, $\frac{\partial \varphi}{\partial r_g}$ gleich $\frac{\partial \varphi_g}{\partial r_g}$, das heißt, es wird auf der Oberfläche einer beliebigen Kugel S_g das System die Radialgeschwindigkeit

$$9)\qquad \frac{\partial \varphi}{\partial r_g} = d'_g + s'_g \cos(s'_g, r_g).$$

Die Bedingungen an den Oberflächen sind somit auch erfüllt, uud φ wird mit der angegebenen Annäherung die gesuchte Geschwindigkeits-Function ausdrücken.

II. *Die lebendige Kraft in der Flüssigkeit.*

7. Die lebendige Kraft in der Flüssigkeit ist durch

$$1)\qquad T = \frac{q}{2} \int \Delta\varphi^2 . dV$$

bestimmt. Es bedeutet hier

$$\Delta\varphi^2 = \frac{\partial\varphi^2}{\partial x^2} + \frac{\partial\varphi^2}{\partial y^2} + \frac{\partial\varphi^2}{\partial z^2},$$

dV ist das Körperelement, q die Dichtigkeit der Flüssigkeit. Das Integral darf über den ganzen mit Flüssigkeit erfüllten Raum ausgedehnt werden.

Wegen der Gleichung $\Delta^2 = 0$ läßt das obige Integral sich in ein Flächenintegral transformieren. Man findet

$$1') \qquad T = -\frac{q}{2}\Sigma\int\varphi\frac{\partial\varphi}{\partial r}.dS;$$

wo die Flächenintegrale über die Oberflächen der sämmtlichen Kugeln auszudehnen sind. Durch die Transformation des ursprünglichen Ausdrucks bekommt man noch außerdem ein Integral, welches über eine unendliche Kugelfläche ausgedehnt wird; dieses Integral fällt aber aus, weil in der unendlichen Ferne $\varphi\frac{\partial\varphi}{\partial r}$ von dritter Ordnung ist.

8. Setzen wir nun vorläufig $T = \overset{g}{\Sigma} T^{(g)}$, wo

$$T^{(g)} = -\frac{q}{2}\int\varphi\frac{\partial\varphi}{\partial r_g}\partial S_g,$$

und berechnen wir erst den Werth von $T^{(g)}.dS_g$ ist hier das Flächenelement der Kugel S_g.

Wie wir den Werth von φ in der Umgebung von S_g durch $\varphi_g + \overset{k}{\Sigma_g}\psi_{kg} + \overset{i\,h}{\Sigma\Sigma_g}\varphi_{ih}$ dargestellt haben, so werden wir auch auf entsprechende Weise die Function $T^{(g)}$ theilen. Bestimmen wir hiernach

$$T^{(g)}_{kg} = -\frac{q}{2}\int \varphi_g \frac{\partial \varphi}{\partial r_g} \partial S_g,$$

$$\mathfrak{T}^{(g)}_{kg} = -\frac{q}{2}\int \psi_{kg} \frac{\partial \varphi}{\partial r_g} \partial S_g,$$

$$T^{(g)}_{ih} = -\frac{q}{2}\int \varphi_{ih} \frac{\partial \varphi}{\partial r_g} \partial S_g,$$

wo h von g verschieden ist.

Der Werth von φ_g auf der Oberfläche der Kugeln S_g ist

$$-d_g d'_g - \tfrac{1}{2} d_g s'_g \cos(s'_g, r_g).$$

Weil nun der Werth von $\frac{\partial \varphi}{\partial r_g}$ an derselben Oberfläche gleich

$$d'_g + s'_g \cos(s'_g, r_g)$$

ist, kommt

2) $$T^{(g)}_g = 2\pi q d^3_g (d'^2_g + \tfrac{1}{6} s'^2_g)$$

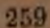
oder kürzer, indem man

$$\lambda_a = 1, \lambda_b = 1, \lambda_c = 1, \lambda_d = 6$$

setzt

2′) $$T^{(g)}_g = \tfrac{1}{3}\pi q d^3_g . \sum^e \lambda_e e'^2_g.$$

Der Werth von ψ_{kg} auf der Oberfläche von S_g ist ferner



$$\sum^n \frac{2n+1}{n+1} d_g^n \cdot \frac{\mathfrak{D}_g^n}{n!} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}};$$

in welchem Ausdrucke $\mathfrak{D}_g^n \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}$ eine Kugelfunktion der $n$ten Ordnung ist. Andrerseits können wir den Werth von $\frac{\partial \varphi}{\partial r_g}$ auf derselben Oberfläche auch durch

$$a'_g \mathfrak{x}_g + b'_g \mathfrak{y}_g + c'_g \mathfrak{z}_g + d'_g$$

ausdrücken, und hier sind die 3 ersten Glieder Kugelfunctionen der ersten, das letzte eine Kugelfunction von nullter Ordnung. Weil nun zum Beispiel

$$\int \mathfrak{x}_g dS_g = 0, \quad \int \mathfrak{x}_g \mathfrak{z}_g dS_g = 0$$

dagegen

$$\int dS_g = 4\pi d_g^2, \quad \int \mathfrak{r}^2 dS_g = \tfrac{4}{3}\pi d_g^2$$

u. s. w., so bekommt man leicht, indem man in dem obigen Summenausdruck nur auf die Glieder

$$\varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + \tfrac{3}{2} d_g \left(\mathfrak{x}_g \frac{\partial}{\partial a_g} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + \mathfrak{y}_g \frac{\partial}{\partial b_g} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + \mathfrak{z}_g \frac{\partial}{\partial c_g} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}\right)$$

Rücksicht zu nehmen hat:

$$\mathfrak{T}_{kg}^{(g)} = -2\pi q \left(d_g^2 d'_g . \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + \tfrac{1}{2} d_g^3 \left(a'_g \frac{\partial}{\partial a_g} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} \right.\right.$$

$$\left.\left. + b'_g \frac{\partial}{\partial b_g} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + c'_g \frac{\partial}{\partial c_g} \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}\right)\right);$$

dass heißt, man hat kurz,

3) $$\mathfrak{T}_{kg}^{(g)} = 2\pi q \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}.$$

Schließlich ist

4) $$T_{ih}^{(g)} = -\pi q \frac{d_i^2 d'_i . d_h^3 . d_g^2 d'_g}{r_{ih}^2 r_{hg}^2} \cos(ih, hg),$$

indem die Glieder fünfter Ordnung außer Betracht gelassen werden.

Man findet hieraus den Werth von $T^{(g)}$ und späterhin denjenigen von T

5) $$T = 2\pi q \sum^{g} d_g^3 (d_g'^2 + \tfrac{1}{6} s_g'^2) + 2\pi q \sum^{g}\sum^{k} \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}$$

$$- \pi q \sum^{i}\sum^{h}\sum^{g} \frac{d_i^2 d'_i . d_h^3 . d_g^2 d'_g}{r_{ih}^2 . r_{hg}^2} . \cos(ih, hg);$$

und in dieser Gleichung dürfen g, k, i, h die Werthe 1, 2, 3, ... m erhalten; ferner darf $k \gtrless g$ und $i \gtrless h \gtrless g$.

Nimmt man an, was wir später meistens thun wollen, daß auch die Verhältnisse zwischen den Radialgeschwindigkeiten und den Radien

$$\frac{d'_i}{d_i}$$

sehr klein und mit den Verhältnissen zwischen den Radien und Centraldistancen vergleichbar seien, so wird einfacher

$$5') \quad T = 2\pi q \sum^{g} d_g^3 (d'^2_g + \tfrac{1}{6} s'^2_g) + 2\pi q \sum^{g} \sum^{k} \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}.$$

III. *Die Variation des Integrals, welches die Wirkung angiebt.*

9. Wir betrachten nun das Integral

$$1) \qquad \int_0^\tau T dt.$$

Im Laufe des Zeitintervals τ beschreibt der Mittelpunkt g einen gewissen Weg, und der Radius d_g ändert sich auf bestimmte Weise. Der Weg darf nun unendlich wenig variirt werden, ebenso der veränderliche Radius; doch sollen am Anfang und am Ende die Variationen gleich Null sein. Zur Zeit t hat man sodann statt a_g, b_g, c_g, d_g

$$a_g + \delta a_g, b_g + \delta b_g, c_g + \delta c_g, d_g + \delta d_g$$

und außerdem $\delta a_g, \delta b_g, \delta c_g, \delta d_g = 0$, wenn $t = 0$ und $t = \tau$.

Es seien die Variationen der vier Geschwindigkeiten a'_g, b'_g, c'_g, d'_g

$$\delta a'_g, \delta b'_g, \delta c'_g, \delta d'_g.$$

Man findet somit

$$
\begin{aligned}
\delta\int_0^\tau T dt = \int_0^\tau dt \Big(& \Big(\frac{\partial T}{\partial a_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial a'_g}\Big)\delta a_g \\
2) \qquad & + \Big(\frac{\partial T}{\partial b_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial b'_g}\Big)\delta b_g \\
& + \Big(\frac{\partial T}{\partial c_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial c'_g}\Big)\delta b_g \\
& + \Big(\frac{\partial T}{\partial d_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial d'_g}\Big)\delta d_g\Big)
\end{aligned}
$$

oder kürzer ausgedrückt

$$2') \quad \delta\int_0^\tau T dt = \sum^e \int_0^\tau dt \Big(\frac{\partial T}{\partial e_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial e'_g}\Big)\delta e_g.$$

10. Bevor wir einen neuen Werth des varirten Wirkungsintegral bestimmen, wollen wir einige Untersuchungen über die Verrückungen in der Flüssigkeit anstellen.

Wir unterscheiden den festen geometrischen Punkt x, y, z von dem dort befindlichen Punkte, den die Lage eines Flüssigkeitstheilchen m angiebt, welches in Folge der Variationen von a_g, b_g, c_g, d_g selbst eine Verrückung erleidet. Es wird hierdurch in dem Zeitmomente t, x, y, z in

$$x + \partial x, y + \partial y, z + \partial z$$

übergehen; und man hat zugleich

$$\partial x = \frac{\partial x}{\partial a_g} \partial a_g + \frac{\partial x}{\partial b_g} \partial b_g + \frac{\partial x}{\partial c_g} \partial c_g + \frac{\partial x}{\partial d_g} \partial d_g$$

u. s. w. Alles ist übrigens eindeutig bestimmt, der Flüssigkeitsraum ist einfach zusammenhängend. — Die obige Formel wird auch anders geschrieben werden können, indem man hierin gewisse Geschwindigkeiten einführt. Betrachten wir ein beliebiges Glied, zum Beispiel das erste. Wenn a_g den Zuwachs ∂a_g bekommt, so darf der Zähler ∂x als der entsprechende Zuwachs von x angesehen werden, indem man b_g, c_g, d_g und zugleich alle a_k, b_k, c_k, d_k $(k \gtrless g)$ unverändert läßt. Wählt man nun ∂a_g gleich dem Wege $a'_g\, dt$, welchen der Mittelpunkt g in dem Zeitelemente dt nach der Richtung der X Axe in der That beschreibt, so muß in dem hier untersuchten Ausdrucke ∂x einen Weg $u_a^g\, dt$ representiren, einen Weg, welcher insofern also der in dem angegebenen Punkte stattfindenden Flüssigkeitsbewegung — projicirt auf dieselbe Axe — zugehörte, als man sich vorstellen könnte, daß sie durch die Bewegung einer unveränderlichen Kugel S_g mit der Geschwindigkeit a'_g hervorgerufen war, die übrigen Kugeln S_k dabei unbeweglich und unveränderlich gedacht. Indem man ähnlich mit den übrigen Glieder verfährt, erhält man sodann

$$\delta x = \frac{u^g_a}{a'_g} \delta a_g + \frac{u^g_c}{b'_g} \delta b_g + \frac{u^g_c}{b'_g} \delta c_g + \frac{u^g_d}{d'_g} \delta d_g$$

u. s. w. Die Bedeutung von u^g_a, u^g_b, u^g_c, u^g_d und ebenso von v^g_a, v^g_b, ... w^g_c, w^g_d ist aus dem Obigen klar.

Betrachten wir wieder ein einzelnes Glied, zum Beispiel das erste. Es ist hier u^g_a die partielle Derivirte in Beziehung auf x von einer Function φ^g_a, eine Theilfunction von φ, die mit a'_g proportional ist; ähnlich mit den u^g_b, u^g_c, u^g_d; φ selbst ist aber eine lineare und homogene Function von den a'_i, b'_i, c'_i, d'_i, $i = 1, 2, 3 \ldots \ldots m$. Die Verrückung parallel der X Axe im Punkte x, y, z, das heißt δx, ist somit die partielle Derivirte nach x von einer Funktion φ^g, die aus φ hervorgeht, indem man die Geschwindigkeiten a'_g, b'_g, c'_g, d'_g mit den Verrückungen δa_g, δb_g, δc_g, δd_g vertauscht und den übrigen Geschwindigkeiten a'_k, b'_k, c'_k, d'_k $(k \lesseqgtr g)$ zugleich den Werth Null giebt. Die im Zeitmomente t stattfindenden Verrückungen sind also mit den Wegen zu vergleichen, welche die Flüssigkeitstheilchen in dem Zeitelemente dt beschreiben würden, wenn in demselben der Mittelpunkt der Kugel S_g eine Strecke $\delta \sigma_g$ zurücklegte, deren Projektionen auf die drei Axen δa_g, δb_g, δc_g wären, und wenn ihr Radius darunter mit δd_g vergrößert würde; alle die

übrigen Kugeln dürften unveränderlich und in Ruhe seien.

11. Man sieht nun leicht, daß im Innern der Flüßigkeit für die Verrückungen eine Continuitätsgleichung besteht

$$\frac{\partial \delta x}{\partial x} + \frac{\partial \delta y}{\partial y} + \frac{\partial \delta z}{\partial z} = 0.$$

Auf der Oberfläche einer ideellen Kugel, deren Mittelpunct der Anfangspunct der Coordinaten ist, und deren Radius die unendliche Größe der ersten Ordnung R, werden somit δx, δy, δz — weil sie mit Flüssigkeitsgeschwindigkeiten vergleichbar sind, welche einer Geschwindigkeits-Funktion φ^g angehören — mit wachsenden R als Größen zweiter Ordnung gegen Null convergiren, $\delta a_g, \delta b_g, \delta c_g, \delta d_g$ darunter als feste und endliche Werthe sich verhaltend. Dasselbe wird dann auch mit

$$\delta\sigma \cos(\delta\sigma, n)$$

der Fall sein, wo $\delta\sigma$ die totale Verrückung bezeichnet und $(\delta\sigma, n)$ den Winkel, welchen sie mit einem Elemente der Normale bildet, positiv nach Innen gerichtet.

Auf der Oberfläche irgend welcher der Kugeln S_k, $k \lesseqgtr g$, ist der obige Ausdruck

$$\delta\sigma \cos(\delta\sigma, n)$$

gleich Null. Die Normale ist aber hier, wie in dem folgenden Falle, nach außen gerichtet, gegen das Flüssigkeitsraum.

Auf der Oberfläche von S_g wird endlich

$$\delta\sigma \cos(\delta\sigma, n) = \delta a_g \cos(r_g, x) + \delta b_g \cos(r_g, y) + \delta c_g \cos(y_g, z) + \delta d_g,$$

und folglich zu Anfang und zu Ende Null,

aber nicht mehr zu jeder Zeit in dem Zeitintervalle von 0 bis τ.

12. Kehren wir jetzt zu unserem Wirkungsintegral zurück, und führen wir statt T seinen Werth

$$T = \frac{q}{2}\int (u^2 + v^2 + w^2)\, dV \tag{3}$$

ein, u, v, w sind die Componenten der Geschwindigkeit im Flüssigkeitspunkte x, y, z, und bemerken wir zugleich, daß

$$\delta u = \frac{d\delta x}{dt},\ \delta v = \frac{d\delta y}{dt},\ \delta w = \frac{d\delta z}{dt}.$$

Man hat sodann, indem wir ferner den Weg des Herrn Boltzmann einschlagen werden, Borchhardt Journal Band 73 Pag. 127:

$$S\int_0^\tau T dt = q\int_0^\tau dt \int \left(u\frac{d\delta x}{dt} + v\frac{d\delta y}{dt} + w\frac{d\delta z}{dt}\right) dV. \tag{4}$$

Führt man eine partielle Integration in Beziehung auf t aus, und beachtet dabei, daß u, v, w sowohl explicit t enthält als implicit vermittelst x, y, z, und daß endlich

$$-\frac{1}{q}\frac{\partial(p-P)}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial x}u + \frac{\partial u}{\partial y}v + \frac{\partial u}{\partial z}w + \frac{\partial u}{\partial t},$$

$$-\frac{1}{q}\frac{\partial(p-P)}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}u + \frac{\partial v}{\partial y}v + \frac{\partial v}{\partial z}w + \frac{\partial v}{\partial t},$$

$$-\frac{1}{q}\frac{\partial(p-P)}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial x}u + \frac{\partial w}{\partial y}v + \frac{\partial w}{\partial z}w + \frac{\partial w}{\partial t},$$

so bekommt man eine Summe von zwei Integralen

$$q\int(u\,\delta x + \nu\,\delta y + w\,\delta z)_\tau dV$$

und

$$\int_0^\tau dt\int\left(\frac{\partial(p-P)}{\partial x}\delta x + \frac{\partial(p-P)}{\partial y}\delta y + \frac{\partial(p-P)}{\partial z}\delta z\right)dV:$$

am Anfang der Zeit ist nemlich δx, δy, δz gleich Null; P bedeutet selbstverständlich den constanten oder nur von der Zeit abhängigen Grenzdruck in der unendlichen Ferne.

Weil nun u, v, w die partiellen Dirivirten von φ in Beziehung auf x, y, z sind, und dV gleich $dx\,dy\,dz$, so geht mittelst partiellen Integrationen das erste Integral in

$$-q\int(\varphi)_\tau \delta\sigma \cos(\delta\sigma, n)\,dS$$

über, das Integral über alle Kugelflächen ausgedehnt, hierin auch die unendliche Kugelfläche mit dem Radius R mit einbegriffen. Zur Zeit τ ist aber für alle Kugeln $S\ \delta\sigma\cos(\delta\sigma, n)$ gleich Null; und auf der unendlichen Fläche convergirt derselbe Ausdruck wie eine Größe zweiter Ordnung, $(\varphi)_\tau$ aber wie eine Größe erster Ordnung gegen Null, während dS von der Form $R^2\,ds$ ist. Das obige Integral wird somit verschwinden.

Das zweite Integral geht, mit Berücksichtigung der Continuitätsgleichung für die Verrückungen in das Folgende über:

$$-\int_0^\tau dt \int (p-P) \,.\, \delta\sigma \cos(\delta\sigma, n)\, dS.$$

Auch hier ist das Flächenintegral über alle Kugelflächen, die unendliche mitinbegriffen, auszudehnen. In unendlicher Ferne wird aber $p-P$ verschwinden, und man sieht hieraus, ähnlich wie früher, daß dieses Grenzintegral zugleich herausfallen muß. Die Theilintegrale, welche jeder der von S_g verschiedenen Kugeln S_k entsprechen, werden ebenso Null, weil hier $\delta\sigma \cos(\delta\sigma, n)$ den Werth Null hat. Es bleibt somit dasjenige Integral allein zurück, welches S_g zugehört, und in dieses setzten wir jetzt den Werth von $\delta\sigma \cos(\delta\sigma, n)$ auf der Oberfläche ein.

Aus diesem allen geht nun hervor, daß das variirte Wirkungsintegral auch den folgenden neuen Werth bekommt:

$$5)\quad \delta\int_0^\tau T ds = -\int_0^\tau dt \int (p-P)\big(\delta a_g \cos(r_g, x) + \delta b_g \cos(r_g, y) + \delta c_g \cos(r_g, z) + \delta d_g\big)\, dS_g$$

13. Die Vergleichung der zwei Werthe des variirten Integrals giebt somit folgende Beziehungen zwischen dem Drucke p auf der Oberfläche von S_g und der lebendigen Kraft T in der Flüssigkeit

$$6)\quad \begin{aligned} -\int (p-P)\cos(r_g, x)\, dS_g &= \frac{\partial T}{\partial a_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial a'_g}, \\ -\int (p-P)\cos(r_g, y)\, dS_g &= \frac{\partial T}{\partial b_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial b'_g}, \\ -\int (p-P)\cos(r_g, z)\, dS_g &= \frac{\partial T}{\partial c_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial c'_g}, \end{aligned}$$

und

$$(6') \quad -\int (p-P)\,dS_g = \frac{\partial T}{\partial d_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial d'_g}.$$

IV. *Die Gleichungen der Bewegung.*

14. Die Integrale

$$-\int p \cos(r_g, x)\,dS_g,\ -\int p \cos(r_g, y)\,dS_g,\ -\int p \cos(r_g, z)\,dS_g$$

stellen die Componenten einer nach den Axen X, Y, Z fortbewegenden Kraft dar, welche infolge des Druckes auf der Oberfläche von S_g entstehen wird; die Druckkraft

$$-\int p\,dS_g$$

wollen wir als eine die ganze Kugel ausdehnende Kraft bezeichnen; sie geht in eine zusammendrückende über, wenn man statt — das Zeichen + nimmt.

Wir setzen noch eine äußere bewegende Kraft deren Componenten nach den drei Axen X_g, Y_g, Z_g seien, ferner auch eine neue die Kugel S_g ausdehnende Kraft U_g voraus, die zu den übrigen hinzugefügt werden darf. Der Größe U_g ist aber nur in einem modificirten Sinne des Wortes der Name Kraft zu geben. Weil sie beliebig gewählt ist, werden wir vorläufig eine nähere Bestimmung des Begriffes treffen, indem wir annehmen daß in der unten aufzustellenden die d_g bestimmenden Bewegungsgleichung das linke Glied den Werth $N_g d_g''$ beigelegt werden soll N_g wie M_g eine Constante d_g'' die Acceleration in der radialen Erweiterungsbewegung angebend. Man wird dann die folgenden vier Gleichungen erhalten:

$$(1)\qquad \begin{aligned} M_g a''_g &= X_g - \int p \cos(r_g, x)\, dS_g, \\ M_g b''_g &= Y_g - \int p \cos(r_g, y)\, dS_g, \\ M_g c''_g &= Z_g - \int p \cos(r_g, z)\, dS_g \end{aligned}$$

und

$$(1') \qquad N_g d''_g = U_g - \int p\, dS_g.$$

oder auch, indem man die Werthe der Integralen einsetzt:

$$(2)\qquad \begin{aligned} M_g a''_g &= X_g + \frac{\partial T}{\partial a_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial a'_g}, \\ M_g b''_g &= Y_g + \frac{\partial T}{\partial b_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial b'_g}, \\ M_g c''_g &= Z_g + \frac{\partial T}{\partial c_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial c'_g}, \end{aligned}$$

und

$$(2') \qquad N_g d''_g = U_g + \frac{\partial T}{\partial d_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial d'_g} - 4\pi d_g^2 . P.$$

15. Gehen wir von der einfacherem Form von T aus, indem wir voraussetzen, daß die Verhältnisse zwischen den Radialgeschwindigkeiten und den entsprechenden Radien $\frac{d'_i}{d_i}$ klein seien; berücksichtigen wir weiter die Bedeutung der Operation φ_g, so findet man

$$\frac{\partial T}{\partial a'_g} = \tfrac{2}{3}\pi q d_g^3 . a'_g - 2\pi q d_g . \frac{\partial}{\partial a_g} \sum_g^k d_g^2 \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

(3) $$\frac{\partial T}{\partial b'_g} = \tfrac{2}{3}\pi q d_g^3 . b'_g - 2\pi q d_g . \frac{\partial}{\partial b_g} \sum_g^k d_g^2 \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

$$\frac{\partial T}{\partial c'_g} = \tfrac{2}{3}\pi q d_g^3 . c'_g - 2\pi q d_g . \frac{\partial}{\partial c_g} \sum_g^k d_g^2 \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

und

(3') $$\frac{\partial T}{\partial d'_g} = 4\pi q d_g^3 . d'_g - 2\pi q d_g . \frac{\partial}{\partial d_g} \sum_g^k d_g^2 \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

oder kürzer geschrieben, indem wir uns die Bedeutung der Zahlen λ erinnern (Nr. 8):

(4) $$\frac{\partial T}{\partial e'_g} = \tfrac{2}{3}\pi q \lambda_e d_g^3 . e'_g - 2\pi q d_g . \frac{\partial}{\partial e_g} \sum_g^k d_g^2 \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}.$$

Ebenso findet man leicht

$$\frac{\partial T}{\partial a_g} = 4\pi q \frac{\partial}{\partial a_g} \sum_g^k \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}$$

(5) $$\frac{\partial T}{\partial b_g} = 4\pi q \frac{\partial}{\partial b_g} \sum_g^k \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}$$

$$\frac{\partial T}{\partial c_g} = 4\pi q \frac{\partial}{\partial c_g} \sum_g^k \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}$$

und

$$(5') \quad \frac{\partial T}{\partial d_g} = 4\pi q \frac{\partial}{\partial d_g} \overset{k}{\Sigma}_g \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + 6\pi q d_g^2 (d'^2_g + \tfrac{1}{6} e'^2_g)$$

Formeln, die wir in der folgenden einzigen vereinigen könnten:

$$(6) \quad \frac{\partial T}{\partial e_g} = 4\pi q \frac{\partial}{\partial e_g} \overset{k}{\Sigma}_g \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}} + \tfrac{1}{3}\pi q \frac{\partial}{\partial e_g} (d_g^3 \overset{e}{\Sigma} \lambda_e e'^2_g).$$

Diese Werthe dürfen dann in die obigen Bewegungsgleichungen eingesetzt werden.

16. Schreiben wir

$$M_g = \tfrac{4}{3}\pi q_g d_g^3, \quad m_g = \tfrac{4}{3}\pi q d_g^3,$$

$$(7) \qquad \mathfrak{M}_g = M_g + \tfrac{1}{2} m_g,$$

wo also m_g die weggedrängte Masse der Flüssigkeit bezeichnet, setzen wir ferner

$$(8) \quad \Omega_g = \frac{d}{dt}\left(2\pi q d_g^3 \overset{k}{\Sigma}_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}}\right) + 4\pi q \overset{k}{\Sigma}_g \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

so hat man die drei Gleichungen für die fortschreitende Bewegung in der folgenden einfachen Form:

$$(9) \qquad \begin{aligned} \frac{d}{dt}(\mathfrak{M}_g a'_g) &= \frac{\partial \Omega_g}{\partial a_g} + X_g, \\ \frac{d}{dt}(\mathfrak{M}_g b'_g) &= \frac{\partial \Omega_g}{\partial b_g} + Y_g, \\ \frac{d}{dt}(\mathfrak{M}_g c'_g) &= \frac{\partial \Omega_g}{\partial c_g} + Z_g. \end{aligned}$$

Nicht ganz in dieselben Form läßt sich die vierte der Bewegungsgleichungen bringen. Führen wir die zwei Theilfunktionen, aus welchen Ω_g besteht, ein

$$(10)\qquad \Omega_g = \frac{dO_g}{dt} + \Omega'_g,$$

wo also

$$O_g = 2\pi q d_g^3 \overset{k}{\Sigma}_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

$$(11)\qquad \Omega'_g = 4\pi q \overset{k}{\Sigma}_g \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}};$$

setzen wir zugleich

$$(12)\qquad \mathfrak{N}_g = N_g + 3m_g,$$

und erinnern uns, daß

$$T_g^q = 2\pi q d_g^3 (d'^2_g + \tfrac{1}{6} s'^2_g).$$

so hat man dann für diese letzte Bewegungsgleichung

$$(13)\quad \frac{d}{dt}(\mathfrak{N}_g d'_g) = \frac{\partial}{\partial d_g}\left(\tfrac{2}{3}\frac{dO_g}{dt} + \Omega'_g + T_g^q\right) + U_g - 4\pi d_g^2 . P.$$

Wir verfolgen die Eigenschaften der Bewegungsgleichungen, sofern sie in dieser neuen Form gesetzt werden, hier weiter nicht; es wird

dies der Gegenstand unserer Untersuchungen in einem folgenden Aufsatze bilden. Kehren wir dann, nachdem wir die fundamentalen Gleichungen aufgestellt haben, zu den früheren zurück, die wir in Nr. 14 gegeben haben.

17. Wir können uns die Vorstellung machen, daß aus dem Drucke oder dem Drucküberschuß — relativ zu einem gewissen Mittelwerthe — auf der Oberfläche von S_g eine einzige Kraft entstehe, die einerseits eine Fortbewegung, andererseits eine Zusammenziehung oder Erweiterung der ganzen Kugel hervorbringt; und daß man demnach vier Componenten habe, von welchen die letzte, sofern sie positiv ist, die ausdehnende Kraftthätigkeit angiebt. Das virtuelle Moment dieser von den erregten Flüssigkeitsbewegungen und dadurch bedingten Druckzuständen entstandenen Kraft, werden wir sagen können, ist die Differenz einer totalen Variation und einer totalen Derivirten nach der Zeit:

$$(14)\quad \sum^{e} \frac{\partial (T+W)}{\partial e_q} \delta e_g - \frac{d}{dt} \sum^{e} \frac{\partial (T+W)}{\partial e'_g} \delta e_g,$$

e die Werthe a, b, c, d bezeichnend. Es ist hier

$$(15)\qquad W = -P.\sum^{i} \tfrac{4}{3}\pi d_i^3.$$

Mit Schering, in seiner Abhandlung über die Hamilton-Jacobische Theorie, Göttingen 1873, pag. 16, werden wir hier analog die Function

$$(16)\qquad T + W$$

als ein Potential auffassen. Und dieser Potentialausdruck, in welchem

$$T = 2\pi q \Sigma d_g^3 (d_g'^2 + \tfrac{1}{5} s_g'^2) + 2\pi q \Sigma\Sigma \varphi_g \varphi_k \frac{1}{r_{kg}},$$

genügt außerdem den Differentialgleichungen $D^2 = 0$, diese so verstanden, daß in $\Delta^2 = 0$ irgend welche von den a_i, b_i, c_i an die Stelle von x, y, z treten darf.

18. Was die äußern Kräfte betrifft, welche die Kugel S_g theils fortbewegen, theils ausdehnen und zusammenziehen werden, so sind sie durch die X_g, Y_g, Z_g, U_g bestimmt. Wir können sie wählen, so daß gewisse Bewegungen, besonders die Pulsationen, auf vorgeschriebene Weise zu Stande kommen. Zum Beispiel, man könnte die U_i dadurch bestimmen, daß die Kugeln periodische Dilatations- und Contraktionsschwingungen ausführen sollten; und man hätte dann allein die Wirkungen dieser Volumenänderungen auf den translatorischen Bewegungen der Körper zu untersuchen.

19. Wir können uns auch die X_g, Y_g, Z_g, U_g in demselben Sinne wie früher, als Componenten einer äußeren fortbewegenden und zugleich ausdehnenden oder zusammenziehenden Kraft auffassen, die von einem Potential S abhängig sei. Das virtuelle Moment dieser neuen Kraft wird dann durch

$$(17) \qquad \overset{e}{\Sigma} \frac{\partial S}{\partial e_g} \delta e_g - \frac{d}{dt} \overset{e}{\Sigma} \frac{\partial S}{\partial e'_g} \delta e_g$$

auszudrücken sein. Demzufolge würde die ganze auf die Kugel S_g einwirkende fortbewegende

und ausdehnende (oder zusammenziehende) Kraft durch das Potential

(18) $$S + T + W$$

gegeben.

Der Werth des Theilpotentials S könnte ferner dadurch näher angegeben werden, daß es den partiellen Differentialgleichungen $D^2 = 0$ genügen solle, diese alle, wie früher, aus $\Delta^2 = 0$ entstanden, wenn hier a die Stelle von x, y, z irgend welche drei zusammengehörende Mittelpunktscoordinaten a_i, b_i, c_i treten. Und zu dieser Bedingung könnte man noch hinzufügen, es dürfte S eine zweigliedrige Function sein, so daß der eine Theil von den a'_i, b'_i, c'_i, d'_i $(i = 1, 2, 3, \ldots m)$ frei wäre, während der zweite und dritte als eine ganze homogene Function ersten und zweiten Grades von denselben Größen abhängen möchten.

Würde man noch annehmen, daß die Zeit nicht explicit vorkäme, und bezeichnete nun der Ordnung nach die drei Theilfunctionen mit S_0, S_1, S_2, so daß

(19) $$S = S_0 + S_1 + S_2,$$

so würde man — indem man berücksichtiget, daß T eine homogene Funktion zweiten Grades von den a'_i, b'_i, c'_i, d'_i ist, W dagegen von diesen Größen unabhängig, wie auch daß der Voraussetzung nach der darin enthaltene Factor P die Zeit nicht explicit enthalten darf — aus dem ganzen System der Gleichungen mit Leichtigkeit diese neue ableiten:

(20) $$\tfrac{1}{2}\sum^{g}(M_g(a'^2_g + b'^2_g + c'^2_g) + N_g d'^2_g)$$

$$= S_0 + W - S_2 - T + \text{Const.}$$

Durch diese Gleichung, können wir sagen, wird die Erhaltung der lebendigen Kraft ausgesprochen. Die Bedeutung des N_g, mithin auch des linken Gliedes $\mathfrak{T}$, stellen wir demnach so fest, daß dieses Glied die lebendige Kraft infolge der Bewegungen und Volumänderungen in den Kugeln selbst repräsentiren soll. Es ist also

$$(20^1) \quad T + \mathfrak{T} + S_2 - W - S_0 = \text{Const.}$$

$\mathfrak{T}$ ist der Theil von der ganzen lebendigen Kraft $T + \mathfrak{T}$, der von den a_i, b_i, c_i, d_i unabhängig ist, wie andererseits die Funktionen W und S_0 von den a_i', b_i', c_i', d_i'. Wie man sieht, fällt übrigens hier S_1 aus.

Um dieses Herausfallen deutlicher zu erkennen, werden wir mit S_n eine homogene Function der Ordnung n von den a'_i, b'_i, c'_i, d'_i $(i = 1, 2, 3 \ldots m)$ bezeichnen; sie darf von den a_i, b_i, c_i, d_i abhängig sein, sonst nicht die Zeit t explicit enthalten. Es wird dann

$$\frac{\partial S_n}{\partial e_i} e'_i - \frac{d}{dt} \frac{\partial S_n}{\partial e'_i} . e'_i = \frac{\partial S_n}{\partial e_i} e'_i + \frac{\partial S_n}{\partial e'_i} e''_i - \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial S_n}{\partial e'_i} e'_i\right);$$

nun ist aber

$$\sum^{i}\sum^{e} \frac{\partial S_n}{\partial e'_i} e'_i = n S_n,$$

folglich

$$\sum^{i}\sum^{e}\left(\frac{\partial S_n}{\partial e_i}e'_i-\frac{d}{dt}\frac{\partial S_n}{\partial e'_i}.e'_i\right)=-(n-1)\frac{dS_n}{dt},$$

dessen Werth für $n=1$ gleich Null ist. Mit Hülfe der eben entwickelten Gleichung leitet man gleich das obige Resultat ab; es geht auch die Gültigkeit des allgemeinen Satzes hervor, welcher die Erhaltung der lebendigen Kraft ausdrückt.

20. Unter den Theilpotentialen betrachten wir jetzt W und S_0 genauer. Das erste darf eigentlich eine negative Größe sein, weil der Grenzdruck P positiv sein muß, und selbst hinlänglich groß, damit der Druck in der Flüssigkeit nirgends negativ werde. Soll die Erhaltung der lebendigen Kraft verlangt werden, so darf weiter, wie vorher bemerkt, der Grenzdruck nicht die Zeit explicit enthalten.

Giebt man dieses Verlangen auf, und bringt man, unter Anwendung einer hinzugeführten neuen Kraft, einen von der Zeit abhängigen Grenzdruck zu Stande, so wird man hierdurch ein Mittel haben um gewisse, gleichzeitig eintretende Volumänderungen für die kugelförmigen Körper hervorzubringen, wodurch wieder fortbewegende Kräfte bestimmt werden, deren Wirksamkeit nicht zugleich unmittelbar durch denselben Grenzdruck beeinflußt wird.

Denkt man sich andererseits die Flüssigkeit nicht in Uebereinstimmung mit der natürlichen sondern als ein wahres Continuum, so scheint es uns wenigstens nicht unmöglich anzunehmen, daß sie, wie die festen Körper, sowohl gegen Zug als Druck Wiederstand setzen könnte, so

daß der Druck in eine negative, das heißt in eine Tension übergehen könne, ohne die Bildung von leeren Räumen. Wäre es so, so würde man P, mithin auch W, gleich Null setzen können, und die Bewegungen wären dennoch möglich.

21. Das Theilpotential S_0 oder auch einen Theil desselben kann man auf folgende einfache Weise bestimmen, nemlich als

$$(21) \qquad -\tfrac{1}{2}\sum^{i}\eta_i(d_i-\overline{d}_i)^2_i$$

wo η_i positive Constanten sind, und $\overline{d}_i$ die Radien von S_i in ihren natürlichen Beständen, in welchen, wie wir uns denken, keine Kräfte die Volumen zu dehnen oder zusammenziehen suchen. Es resultiren hieraus für die Kugel S_g keine fortbewegende X_g, Y_g, Z_g Componenten sondern allein eine Componente U_g gleich

$$(22) \qquad -\eta_g(d_g-\overline{d}_g),$$

die stets das Gleichgewichtsvolumen nach allen Aenderungen herbeizuführen strebt.

Diese von dem gestörten Gleichgewicht ihrer Inneren — was wir möglicher weise auch als ein elastisches Continium ansehen könnten — herrührende Kraft wiedersetzt sich also einerseits einer Vergrößerung andererseits einer Verkleinerung der gewissen mittleren, durch P z. B. bestimmten, Druckzuständen (von welchen die $\overline{d}_g$ selbst abhängen) entsprechenden natürlichen Volumen.

Das Theilpotential S_0, oder der eben genannte Theil davon, genügt ferner den partiellen Differentialgleichungen $D^2 = 0$, die aus $\Delta^2 = 0$, wie wir mehrmals gesagt haben, entstehen, in-

dem man x, y, z mit den a_i, b_i, c_i vertauscht, und sonst i die Werthe 1, 2, 3.. m beilegt. Dasselbe ist offenbar mit W der Fall.

22. Denkt man sich einen Augenblick nach dem Vorigen den Gränzdruck P gleich Null, folglich auch W, bestimmt man so das ganze S_0 wie oben, (die $\bar{d}_g$ constant), und setzt man sowohl $S_1 = 0$ als $S_2 = 0$, so würde man ein an sich selbst überlassenes System von Kugeln haben, die einmal in Schwingungen und Bewegungen begriffen auch ferner Dilatations- und Contractionsschwingungen ausführen könnten, worunter sie als von Kräften getrieben zugleich fortgesetzte neue translatorische Bewegungen ausführen müßten.

Das verallgemeinerte den obigen Differentialgleichungen $D^2 = 0$ genügende Potential, in welchem erst die Größen a_i, b_i, c_i, d_i und a'_i, b'_i, c'_i, d'_i als von einander unabhängig betrachtet werden müssen, ist jetzt durch $T + S_0$ oder

$$(23) \qquad T - \tfrac{1}{2} \overset{i}{\Sigma} \eta_i (d_i - \bar{d}_i)^2$$

gegeben. Eine beliebige der vier auf S_g wirkenden Componenten ist dann

$$(24) \qquad \frac{\partial (T + S_0)}{\partial c_g} - \frac{d}{dt} \frac{\partial (T + S_0)}{\partial e'_g}.$$

Würde man noch die lebendige Kraft T in den Kugeln selbst miteinführen, und als Theil des verallgemeinerten Potentials ansehen, so würde man für das jetzt besprochene System

der sich selbst überlassenen Kugeln, einfach, indem man

$$(25) \qquad \mathfrak{T} + T + S_0 = I$$

setzt, die Componenten

$$(26) \qquad \frac{\partial I}{\partial e_g} - \frac{d}{dt}\frac{\partial I}{\partial e'_g} = 0$$

erhalten, was also in einem gewissen Sinne des Wortes, ein Gleichgewicht aussprechen werde.

V. *Schlußbemerkungen über die Möglichkeit der angenommenen Radialschwingungen elastischer Kugeln, die einem Flüssigkeitsdrucke ausgesetzt sind.*

23. Wir wollen uns zuletzt die Frage stellen, ob die gemachten Voraussetzungen — wo wir ein an sich selbst überlassenes System von Kugeln haben, welche unter den Bewegungen in der Flüssigkeit zugleich Dilations- und Contractionsschwingungen ausführen — auch mit den Elasticitätserscheinungen in der That vereinbar seien.

Wir denken uns dann die Schwingungen allein als longitudinal; die Verrückungen seien partielle Deriverten einer und derselben Function F. Sonst bemerken wir gelegentlich, daß die vorigen Untersuchungen eigentlich die Kugelgestalt streng voraussetzen mögen; mit dem ungleichmäßig verbreiteten Oberflächendruck wird aber hierin kleine Aenderungen eintreten, von denen wir doch hier annehmen dürfen, daß sie die gewonnenen Resultate in dem Fall, wo die

Kugeln elastisch sind, nicht merkbar stören werden.

Die Componenten der elastischen Kräfte können jetzt so ausgedrückt werden. Normal gegen die Flächen des Körperelements hat man indem θ die Dilatation bedeutet:

$$X_x = \lambda\theta + 2\mu\frac{\partial^2 F}{\partial x^2},$$

$$Y_y = \lambda\theta + 2\mu\frac{\partial^2 F}{\partial y^2},$$

$$Z_z = \lambda\theta + 2\mu\frac{\partial^2 F}{\partial z^2},$$

tangential dagegen

$$Y_z = Z_y = 2\mu\frac{\partial^2 F}{\partial y\,\partial z},$$

$$Z_x = X_z = 2\mu\frac{\partial^2 F}{\partial z\,\partial x},$$

$$X_y = Y_x = 2\mu\frac{\partial^2 F}{\partial x\,\partial y}.$$

Für die Oberfläche einer von einer Flüssigkeit umgebenen Kugel S, das heißt jetzt für $r = \overline{d}$, hat man weiter, wenn der Mittelpunkt der Anfangspunkt der Coordinaten ist:

$$x X_x + y X_y + z X_z = p x,$$

$$x Y_x + y Y_y + z Y_z = p y,$$

$$x Z_x + y Z_y + z Z_z = p z.$$

Es folgt hieraus, indem wir

$$x\frac{\partial F}{\partial x}+y\frac{\partial F}{\partial y}+z\frac{\partial F}{\partial z}-F=\Phi$$

setzen, daß an der Oberfläche

$$\lambda\theta . x+2\mu\frac{\partial \Phi}{\partial x}=px,$$

$$\lambda\theta . y+2\mu\frac{\partial \Phi}{\partial y}=py,$$

$$\lambda\theta . z+2\mu\frac{\partial \Phi}{\partial z}=pz,$$

folglich auch einerseits

$$p=\lambda\theta+\frac{2\mu}{r^2}(x\frac{\partial \Phi}{\partial x}+y\frac{\partial \Phi}{\partial y}+z\frac{\partial \Phi}{\partial z}),$$

andererseits

$$y\frac{\partial \Phi}{\partial z}-z\frac{\partial \Phi}{\partial z}=0,$$

$$z\frac{\partial \Phi}{\partial x}-x\frac{\partial \Phi}{\partial z}=0,$$

$$x\frac{\partial \Phi}{\partial y}-y\frac{\partial \Phi}{\partial x}=0.$$

Die letzten Gleichungen geben

$$r^2 \left(\frac{\partial \Phi^2}{\partial x^2} + \frac{\partial \Phi^2}{\partial y^2} + \frac{\partial \Phi^2}{\partial z^2}\right) - \left(x \frac{\partial \Phi}{\partial x} + y \frac{\partial \Phi}{\partial y} + z \frac{\partial \Phi}{\partial z}\right)^2 = 0.$$

Geht man nun zu den Polarcoordinaten über, indem man

$$x = r \sin\varphi \cos\psi,$$

$$y = r \sin\varphi \sin\psi,$$

$$z = r \cos\varphi$$

setzt, so wird — was man auch mehr unmittelbar sieht

$$\frac{\partial \Phi^2}{\partial x^2} + \frac{\partial \Phi^2}{\partial y^2} + \frac{\partial \Phi^2}{\partial z^2} = \frac{\partial \Phi^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial \Phi^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{r^2 \sin\varphi^2} \frac{\partial \Phi^2}{\partial \psi^2},$$

$$x \frac{\partial \Phi}{\partial x} + y \frac{\partial \Phi}{\partial z} + z \frac{\partial \Phi}{\partial z} = r \frac{\partial \Phi}{\partial r}$$

u. s. w. Dadurch erhält man, indem man die Einsetzung bewerkstelliget, die folgenden Resultate: Wenn

$$(1) \qquad \Phi = r \frac{\partial F}{\partial r} - F,$$

so ist für die Oberfläche der Kugel S

$$(2)\qquad p = \lambda\theta + 2\mu \frac{1}{r}\frac{\partial \Phi}{\partial r},$$

$$(3)\qquad \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} = 0, \frac{\partial \Phi}{\partial \psi} = 0.$$

Die zwei letzten Gleichungen sagen nun aus, daß für $r = \bar{d}$ die Function Φ, die gewöhnlich von r, φ, ψ, t abhängen wird, nur eine Function der Zeit ist. Nach Lamé, in seinen Leçons sur la theorie de l'élasticité pag. 202, sollte der Werth dieser Function an der Oberfläche Null sein, ein Schluß, dessen Berechtigung an der angegebnen Stelle als allgemeinen wir zweifelhaft finden müssen, wie er uns auch hier wenigstens zu einem allzu begrenzten Resultate führen würde.

24. Nach diesen Vorbereitungen können wir nun weiter so verfahren.

Die radiale Verrückung eines Punktes auf der Oberfläche von S, dessen Radius also im Gleichgewichtstande $\bar{d}$ ist, mag mit $\delta - \bar{d}$ bezeichnet werden. δ ist dann eine Funktion von φ, ψ, t; sein Mittelwerth auf der Oberfläche der Kugel mag ferner mit d bezeichnet werden, so daß also, wenn dS das Fächenelement ist,

$$(4)\qquad d = \frac{1}{4\pi\bar{d}^2}\int \delta\, dS,$$

d ist sodann der Radius einer ideellen Kugel und hängt nur von t ab.

Für $r = \bar{d}$ ist in diesem Falle Φ von φ und ψ unabhängig, nicht aber, wenn der Oberflächedruck ungleichmäßig vertheilt ist, im Innern für $r = r$.

Bezeichnen wir nun den mittleren Werth von F, von der Dilatation θ und von Φ, auf

der Oberfläche einer inneren concentrischen Kugel mit dem Radius r, mit F_0, θ_0, Φ_0. Man hat dann erst, weil für $r = \overline{d}$,

$$\delta - \overline{d} = \frac{\partial F}{\partial r},$$

daß

$$d - \overline{d} = \frac{F_0}{\partial r}. \tag{5}$$

Für $r = \overline{d}$ war die Funktion Φ — die hier mit Φ_0 zusammenfällt — nur eine Function der Zeit; es muß mithin für die genannte Oberfläche auch F_0 nur von d und der Zeit abhängen. Da nun d selbst nur von t abhängt, so ist es erlaubt die Funktion F_0 so zu wählen, daß für $r = \overline{d}$

$$F = -\varepsilon\,(d - \overline{d}). \tag{6}$$

Diese partikulare Wahl entspricht einem gewissen Anfangszustand, wenn nur daraus ein Werth von F hervorgehen könne, der immer nur kleine Verrückungen bestimmen wird.

Die partielle Differentialgleichung, welcher F genügen darf:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} = \Omega^2 \theta = \Omega^2 \Delta^2 F, \tag{7}$$

geht, wenn man die Polarcoordinaten einführt und nachher über eine Kugelfläche integrirt, deren Radius r ist, in die folgende über

$$\frac{\partial^2 F_0}{\partial t^2} = \Omega^2 \left(\frac{\partial^2 F^0}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial F^0}{\partial r}\right). \tag{8}$$

Der Parenthesausdruck wird der Werth von θ_0. Für $r = \overline{d}$ ist somit der Mittelwerth von p gleich

$$(\lambda + 2\mu)\frac{\partial^2 F_0}{\partial r^2} + 2\lambda\frac{\partial F_0}{\partial r},$$

das heißt gleich

$$\frac{\lambda + 2\mu}{\Omega^2}\frac{\partial^2 F_0}{\partial t^2} - \frac{4\mu}{r}\frac{\partial F_0}{\partial r},$$

und weil ferner auch, wie bekannt,

$$\frac{\lambda + 2\mu}{\Omega^2} = \overline{q},$$

wo $\overline{q}$ die Dichtigkeit des elastischen Mediums in der Kugel S im Gleichgewichtstande bezeichnet, so wird der Werth desselben mittleren Oberflächendrucks schließlich

$$(9) \qquad -\overline{q}\varepsilon d'' - \frac{4\mu}{\overline{d}}(d - \overline{d}).$$

Man findet sodann für die Kugel S_g, indem man $\overline{q}_g$ in der Stelle von $\overline{q}$ u. s. w. einführen läßt:

$$(10) \quad -\int p dS_g = 4\pi q_g \overline{d}_g^2 \varepsilon_g . d_g'' + 16\mu\pi\overline{d}_g(d_g - \overline{d}_g).$$

Nimmt man hier ε_g positiv, so werden die Schwingungen einem solchen Anfangszustande entsprechen, daß eine Pulsation mit immer kleinen Verrückungen nach einem einfachen Sinus- und

Cosinus-Gesetz eintreten würde, in dem Augenblicke als der Druck der Flüssigkeit auf der Oberfläche aufhören möchte.

Da weiter

$$(11) \qquad -\int p \,\partial S_g = N_g d_g'' - U_g,$$

so sieht man, daß auch

$$(12) \; N_g = 4\pi \bar{q}_g \bar{d}_g^2 \varepsilon, \quad U_g = -16\mu\pi \bar{d}_g (d_g - \bar{d}_g).$$

Früher hat man aber für U_g den Werth $-\eta_g (d_g - \bar{d}_g)$ benutzt, und man erkennt sodann, daß die früheren Betrachtungen über die in den elastischen Kugeln innewohnenden Kräften, welche ihre Pulsationen bedingen, nicht mit den Ergebnissen der Elasticitätslehre in Wiederstreit steht; nur müssen die Anfangszustände gehörig gewählt und die Schwingungen selbst longitudinal sein.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

21. Juni. № 12. 1876.

Universität.

Die öffentliche Preisvertheilung fand dies Jahr am 14. Juni statt, da der 4. Juni in die Pfingstwoche fiel. Die Festrede hielt Prof. Dr. Wachsmuth über Alexandria und das Leben der Alexandriner im Alterthum.

Von den wissenschaftlichen Preisaufgaben hatte nur die außerordentliche der philosophischen Fakultät (über die Gültigkeit der Resultate Euler's, *introduct. in anal. infin.* lib. I c. XV) eine Bearbeitung gefunden: aber auch diese wurde ihrem wesentlichen Inhalt nach als verfehlt bezeichnet. Indessen hatte die Fakultät beschlossen, dem Verfasser, der doch Talent und Kenntnisse an den Tag gelegt hatte, falls er dem Dekan seinen Namen nenne, den halben Preis zu ertheilen. Auch von den drei eingereichten Preispredigten konnte keine prämiirt werden.

Als neue Aufgabe stellt die theologische Fakultät:

„*corporis doctrinae Julii nec non ordinis agendorum a Julio duce constituti origo et indoles exponatur*".

Als Predigttext giebt sie: »Luc. 9, 51—56«.

Die juristische Fakultät giebt die neue Preisfrage:

„Vom Interventionsrechte dritter Personen im Privatrechtsstreite zweier Hauptparteien, dessen Wirksamkeit und Nothwendigkeit oder Nützlichkeit des Erfolgs und den Hauptfällen seiner Anwendung im Rechtsverkehr“.

Die neue Aufgabe der medicinischen Fakultät lautet:

„Die Entstehungsweise der bei Thieren durch Einfuhr reichlicher Mengen von Zucker oder Salzen in den Körper hervorgerufenen Cataract, sowie die dabei auftretenden anatomischen Veränderungen der Linse und ihres Epithels sollen einer erneuten Untersuchung unterworfen werden. Es ist dabei auch die Frage zu berücksichtigen, ob durch locale Zufuhr von Zucker zu den Flüssigkeiten des Auges Cataract erzeugt werden kann“.

Die philosophische Fakultät stellt zwei Aufgaben:

1) als ordentliche: *„In particulis usurpandis gravioribus quomodo Euripides ab Aeschylo et Sophocle differat“.*

2) als außerordentliche: *„Dr. G. A. Maack hat in seiner 1869 erschienenen Arbeit: „Die bis jetzt bekannten fossilen Schildkröten und die im obern Jura bei Kehlheim und Hannover neu aufgefundenen ältesten Arten derselben“ die hannoverschen Formen nicht in abschließender Weise behandelt. Die Fakultät wünscht daher eine monographische Beschreibung der in dem Kimmeridge des Tönnjesberges bei Linden bisher gefundenen Schildkrötenreste unter steter Vergleichung mit den gleichartigen, besonders der durch Rütimeyer von Solothurn beschriebe-*

nen Formen und unter Darlegung ihrer Bedeutung für die Stammesgeschichte der Schildkröten".

Die juristische, medicinische und die außerordentliche Aufgabe der philosophischen Fakultät dürfen in deutscher Sprache bearbeitet werden. Die Arbeiten sind den Dekanen der einzelnen Fakultäten bis zum 15. April 1877 zu übergeben.

Die Ertheilung des Preises der Petsche-Stiftung im Betrage von 176 Mark steht für diesmal der medicinischen Facultät zu. Sie fordert die Studirenden der Medicin, welche unsere Universität in diesem oder dem nächsten Semester besuchen, zur Bewerbung auf, indem sie eine Arbeit nach freier Wahl aus den Gebieten der Anatomie oder Physiologie verlangt.

Die Preisarbeiten müssen bis spätestens zum 1. Januar 1877 mit einem, gleichlautend auf einen versiegelten inwendig den Namen des Verfassers enthaltenden Zettel zu setzenden Motto versehen, dem Decan der Facultät übergeben werden.

Der Erfolg der Preisbewerbung wird in der 1. Woche des März durch Anschlag am schwarzen Brett und durch die «Nachrichten der königl. Gesellschaft der Wissenschaften» bekannt gemacht werden.

Göttingen, 14. Juni 1876.

Für die med. Facultät
d. z. Decan
Henle.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Vorläufige Mittheilung über die Einwirkung von Jodcyan auf Amide.

Von

H. Hübner u. F. Frerichs.

In der Absicht den Kohlenstoff unmittelbar für Wasserstoff zunächst in Amidogruppen einzuführen, untersuchten wir die Umsetzung von Jodcyan mit Diamidobenzolen, da die vorliegenden Versuche über die Einwirkung von Jodcyan auf Monoamidobenzol (Anilin) nicht den beabsichtigten Verlauf in der angedeuteten Richtung versprachen.

Läßt man Jodcyan auf Ortho- oder Para-Diamidobenzol einwirken so scheidet sich, abgesehen von nicht bedeutenden Nebenumsetzungen hauptsächlich Jodammon ab und der Kohlenstoff der Cyangruppe tritt für Wasserstoff ein.

Die so gebildeten Verbindungen könnten als Amidocarbo-Diphenylimide aufgefaßt werden, da sie aber von dem Carbodiphenylimid (Weith. d. B. 1874, 11) sehr verschiedene Eigenschaften zeigen, so gewinnen andere Auffassungen an Wahrscheinlichkeit.

Ist der Kohlenstoff in den betreffenden Verbindungen für den Wasserstoff der Amidogruppen eingetreten so kann man, mit Berücksichtigung der analytischen Werthe, hauptsächlich zwischen folgenden Formeln für dieselben wählen.

$$\text{I, } \begin{matrix} C_6H_4 \begin{matrix} NH_2 \\ N \end{matrix} \\ C_6H_4 \begin{matrix} N \\ NH_2 \end{matrix} \end{matrix} \!\!> C \quad \text{oder II. } \begin{matrix} C_6H_4 \begin{matrix} NH \\ NH \end{matrix} \\ C_6H_4 \begin{matrix} NH \\ NH \end{matrix} \end{matrix} \!\!> C$$

Unsere Versuche geben noch keine Entscheidung für die eine oder die andere Formel. Da die neue Ortho-Base zweisäurig ist, so könnte dieser Umstand für die erste Formel mit den zwei Amidogruppen sprechen, wenn nicht das Carbodiphenylimid $\begin{matrix} C_6H_5N \\ C_6H_5N \end{matrix}\!\!>\!C$ einsäurig wäre, demnach die erste Formel einer dreisäurigen Base entsprechen sollte.

Die Umsetzung ist folgende:

$$\begin{matrix} C_6H_4(NH_2)_2 \\ C_6H_4(NH_2)_2 \end{matrix} + CNJ = NH_4J + C_{18}H_{12}N_4.$$

Dieser Umsetzung entsprechend kann man die Bildung des Cyanamids in folgender Art:

$$\begin{matrix} NHH_2 \\ NHH_2 \end{matrix} + CNJ = NH_4J + (NH)_2C \quad \text{nicht}$$

$$NH_2H + CNJ = NH_2CN + HJ$$

auffassen und gelangt so, ohne eine Umlagrung annehmen zu müssen, zu der Formel die man jetzt vielfach für die des gewöhnlichen Cyanamids hält.

Man hat demnach folgende Umsetzungen von $CN\bar{R}$ mit ammoniakartigen Verbindungen.

1) $CNJ + NH_2H = CN.NH_2.HJ$ (?)

2) $CNJ + \begin{matrix} NH_2H \\ NH_2H \end{matrix} = CNH.(NH_2)_2HJ$

(Die Bildung dieser Verbindung kann der Entstehung von $C(NH)_2$ immer vorausgehen und durch den Austritt von Jodammon bewirkt werden.)

3) $CNJ + \begin{matrix} NHH_2 \\ NHH_2 \end{matrix} = C(NH)_2 + NH_4J.$

Reibt man Jodcyan und Orthodiamidobenzol (Schmpt. 102°), beide in ganz trockenem Zustand zusammen, so erwärmt sich die Masse, erweicht, giebt Jod und etwas Cyanwasserstoff

ab und erstarrt dann wieder. Die so entstandene dunkele Masse ist in Wasser wenig, in Alkohol leicht löslich, entwickelt mit Alkalilauge gewaschen Ammoniak und hinterläßt eine krystallisirte gelbe Base.

Die in Alkohol sehr lösliche Base scheidet sich auf Wasserzusatz zum Alkohol in langen Nadeln aus, die die Farbe des gefällten Goldes haben. Werden diese Nadeln verflüchtigt, so verdichten sie sich in rothen, dem Alizarin in der Farbe täuschend ähnlichen, Nadeln, die in Säuren gelöst und mit Alkalien gefällt wieder goldgelb erscheinen. Die Zusammensetzung der Base entspricht der Formel $C_{13}\ H_{12}\ N_4$. Folgende Salze derselben wurden untersucht.

1) Sulfat $C_{13}\ H_{12}\ N_4 . H_2 . O_2\ SO_2 + 2^1/_2 H_2O$. Die Base giebt mit Schwefelsäure eine tiefblaue Lösung, aus der sich kleine, gut ausgebildete, dunkelblaue Octaëder absetzen, die sich aus kochendem Wasser umkrystallisiren lassen.

2) a) $C_{13}\ H_{12}\ N_4 . 2\,HCl$, dies Salz scheidet sich aus starker wässriger Salzsäure in violetten Blättchen ab, die schon über Schwefelsäure Salzsäure abgeben.

b) $C_{13}\ H_{12}\ N_4\ HCl + 2^1/_2 H_2O$, dies Salz bildet sich mit verdünnter Salzsäure, es ist viel schwerer löslich als das Salz mit zwei Moleculen Chlorwasserstoff und bildet kleine, glänzende, schwarzblaue Nadeln, die bei 130° unzersetzt getrocknet werden können.

3) $C_{13}\ H_{12}\ N_4 (H . O . NO_2)_2 + 2^1/_2 H_2O$. Die Base und dünne Salpetersäure bilden gut ausgebildete, glänzende, kleine, schwarzblaue Nadeln. Das Salz giebt bei 100° nicht Wasser ab und wird bei 120—130° zerlegt.

Die Base giebt mit überschüssigem Jodäthyl eine sehr dunkele, wie es scheint krystallisirte

Masse, die bisher aus keinem Lösungsmittel umkrystallisirt werden konnte.

Mit überschüssigem Benzoylchlorid auf 150° erhitzt giebt die Base eine schwarze Masse, die sich in mäßig starker Schwefelsäure mit schön violetter Farbe löst, aus dieser Lösung scheidet Wasser die monobenzoylische Base $C_{15} H_{11} N_4 (C_6 H_5 CO)$ in kleinen gelben Nadeln ab. Mit Säuren scheint diese Base Salze zu geben, die durch Wasser zerlegt werden.

Jodcyan und Paradiamidobenzol geben, in gleicher Weise wie die Orthoverbindung und Jodcyan behandelt, eine in gut ausgebildeten, gelben Nadeln kristallisirende Base, die sich nach dem Verflüchtigen in kleinen, farblosen Nadeln verdichtet.

Wir beabsichtigen diese Umsetzungen der Cyangruppe auch unter anderen Verhältnissen zu untersuchen.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten März, April 1876 eingegangene Druckschriften.

Fortsetzung.

U. Heyzmann, Statuta synodalia Episcoporum Cracoviensium. XIV et XV saeculi, etc. Krakau 1875. 4.

*Akademie der Wissenschaften, Bericht der physic.-geograph. Commission über d. J. 1874, nebst Materialien zur physisch. Geographie von Galizien. Ebd. 1875.

Die mit * in polnischer Sprache.

*Abhandlungen u. Sitzungsberichte der mathem. naturwiss. Abtheilung der Akad. d. Wiss. Bd. I. II. Ebd. 1874. 1875.
*Dieselben historisch-philosoph. Abth. Bd. IV. Ebd. 1875.
*Scriptores Rerum Polonicarum. T. III. Ebd. 1875.
*Oscar Kolberg, das Volk, seine Sitten, Lebensweise, Sprache etc. Serie IX. Großfürstenthum Posen. Th. I. Ebd. 1875.
Annales métérologiques de l'Observatoire R. de Bruxelles. 9. année. 1875. 4.
Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Vol. II. fasc. 1. Pisa 1876.
Annual Report of the Trustees of the Museum of comparative Zoölogie at Harvard College in Cambridge for 1874 u. 1875. Boston 1875. 76.
Illustrated Catalogue of the Museum of compar. Zoölogie. No. VIII. Cambridge 1875. 4.
The complete works of Count Rumford. Vol. IV. Boston 1875.
Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. Vol. VII. No. 1. Buffalo 1875.
Transactions of the American philosoph. Society. Vol. XV. New Ser. Part II. Philadelphia 1875. 4.
Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou. 1875. No. 3.
Verhandelingen der K. Akad. van Wetenschapen. D. XV. 1875. Amsterdam. 4.
Dieselben, Letterkunde. Deel VIII. Ebd. 1875. 4.
Verslagen en Mededeelingen der k. Akad. van Wetenschapen Naturkunde. D. IX. 1876.
Jaarboek der k. Akademie voor 1874.
Processen verbaal. 1874—1875.
Carmina latina. Amsterdami 1875.
Denkschriften der kaiserl. Akad. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. Bd. 34. 1875. 4.
Sitzungsberichte derselben. Abth. I. Bd. LXX. Heft 3—5. Bd. LXXI. Heft 1—5. 1875.
Dieselb., Abth. II. Bd. LXX. H. 3—5. Bd. LXXI. Heft 1—5. 1875.
Dieselb., Abth. III. Bd. LXX. H. 3—5. Bd. LXXI. Heft 1—2. 1875.
Dieselb., Philosoph.-histor. Classe. Bd. LXXVIII. H. 2—3.

(Fortsetzung folgt.)

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

28. Juni. №. 13. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 17. Juni.

Schwarz, Vorzeigung zweier von Hrn. Prof. Kiepert in Freiburg angefertigten Cartonmodelle von zwei speciellen, zuerst von Hrn. Scherk untersuchten Minimalflächen.

Benfey, Die zwei tönenden Zischlaute der arischen Periode und des ältesten Sanskrits.

Derselbe, जा॑झ्झतीस्, *jájhjhatîs*, Rigveda V. 52, 6.

Riecke, Zur Theorie der unipolaren Induction und der Plücker'schen Versuche.

Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Crinoideen II (vorgelegt von Ehlers).

v. Ihering, Zur Physiologie und Histologie des Centralnervensystems von Helix pomatia (vorgelegt von Ehlers).

Die zwei tönenden Zischlaute der arischen Periode und des ältesten Sanskrits.

[Auszug aus einer später zu veröffentlichenden Abhandlung].

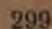
Von

Theodor Benfey.

Die Entdeckung dieser beiden Zischlaute im Sskrit verdanken wir bekanntlich Ascoli. Sie ist

erörtert in dessen trefflichem, leider noch unvollendeten Werke: Corsi di Glottologia, 1870, insbesondre in §. 24 und §. 34. Ich habe sie in meiner jetzt ihrer Vollendung entgegengehenden Grammatik der vedischen Sprache adoptirt. Allein trotz der vortrefflichen Entwickelung bei Ascoli schien mir eine Berufung auf sie die Aufnahme derselben nicht genügend zu rechtfertigen. Ich hielt es daher für nothwendig diesen Lauten eine der Abhandlungen zu widmen, welche als Belege der in die Grammatik aufgenommenen Resultate der Linguistik dienen sollen. Da es mich jedoch jetzt drängt, die Grammatik ohne weitere Unterbrechung zu beendigen, werde ich die druckfertige Abschließung dieser Abhandlungen bis zur Veröffentlichung derselben aufschieben und für jetzt, wo es nöthig scheint, nur Auszüge aus denselben mittheilen. Diese werden oft — und so auch der hier folgende — im Verhältniß zu dem Umfang der Aufgaben, welchen sie gewidmet sind, nur verhältnißmäßig weniges und dieses sehr zusammengedrängt behandeln müssen; allein ich werde mir Mühe geben wenigstens die Momente, welche zur Annahme jener Resultate berechtigen, hervorzuheben und hoffe, daß mir noch Zeit gegönnt sein wird, sie in den Abhandlungen eingehend zu erörtern. Doch zur Sache!

Sehr wahrscheinlich haben sich in der Periode der arischen Einheit, außer den beiden stummen *ç* und *sh*, auch zwei tönende Zischlaute entwickelt und zwar, wie der stumme palatate Zischlaut, *ç*, aus einem stummen Guttural, so in letzter Instanz aus zwei tönenden Gutturalen: der eine aus *g*, vermittelst des Uebergangs desselben in *j*, der andere aus *gh*, vermuthlich vermittelst eines Uebergangs in einen Laut,



welcher dem deutschen *ch* in *ich* nahe stand und sich zu einem tönenden Zischlaut, ähnlich dem Laute des englischen *z* in *azure*, sibilirte.

Schon während der arischen Periode hat ein Lautgesetz angefangen sich geltend zu machen, welches vor momentanen stummen stumme Consonanten bedingt, vor momentanen tönenden tönende. Nach der Trennung des Sanskrits und Zends und der vollendeten Ausbildung des ersteren erscheint dieses Gesetz in unbeschränkter Ausdehnung im Sanskrit, im Zend dagegen im Allgemeinen zwar nicht in entfernt so großer, aber in Bezug auf vorhergehende Zischlaute in fast voller Herrschaft.

So entspricht dem indogermanischen *s* — wo es nicht arisch zu stummem lingualen Zischlaut, *sh*, ward — im Zend im Anlaut vor Vocalen, im Inlaut hinter *ā̊*, *é* (für früheres *a*), *âo* (für früheres *â*) bei folgenden Vocalen, so wie vor *m*, *y*, *r* (vgl. zendisch *dañghra* von indogermanisch *das* und gleich sskr. *dasra*, zendisch *ha-zaṅra* für *ha-zaṅhra* = sskr. *sa-hasra*) und *v*, der Laut *h*, oder *ṅh*, *ñgh*, vor momentanen stummen Consonanten und *n* dagegen wird der Sibilant *s* theils bewahrt, theils, und zwar vorwaltend, zu *ç*. Wenn aber dem indogermanischen *s* ein momentaner tönender Consonant folgt, so tritt an die Stelle des *s* der tönende Zischlaut *z*. So z. B. entspricht dem indogermanischen *ḳas*, *sagen*, *loben*, im Zend, in der ersten Conjugations-Classe, *çaṅh-aitê* = sskrit *çams-ate*, dagegen in der IIten *çaç-tî*, vgl. sskr. *ças-ta* (2 Plur. Imptv.), im Ptcp. Pf. Pass. *çaç-ta* = sskr. *ças-tá*; vor der Endung des Imfinitivs dagegen, welcher arisch vorwaltend nicht mehr *sdhyai*, sondern *dhyai* lautete und zendisch *dyâi*, wird *s*,

weil *d* ein tönender momentaner Consonant, zu *z*, also *çaz-dyâi*; ebenso wird indogermanisch *astan* (sskr. *asthan*), da im Zend, wie oft, das alte *t* zu *d* erweicht ist, mit *z* für *s*, zu *azdan*, *Knochen*.

Folgt dagegen dem arischen stummen Zischlaut *sh* ein momentaner tönender Consonant, so tritt im Zend an die Stelle des stummen (hier *s* und *sh*) der entsprechende tönende, welchen Brockhaus und Justi durch *zh* transscribiren. So z. B. würde in dem indogermanischen *misdha* oder *mîsdha*, Lohn, das *s*, weil einem andern Vocal als *ǎ* folgend, zu *sh* werden müssen; weil ihm aber *dh*, im Zend (weil hier die indogermanischen Aspiratae ihre Aspiration einbüßen) *d*, ein momentaner tönender Consonant, folgt, tritt *zh*, statt *sh*, ein, also *mîzhda*. Dieses Gesetz gilt auch für Composita, z. B. indogermanisch *dus*, schlecht, wird arisch *dush*, aber z. B. vor *d* im Zend zu *duzh* z. B. *duzhdâo*.

Während hier, z. B. in dem erwähnten *azdan*, *z* als Vertreter von indogermanischem *s* erscheint, giebt es andrerseits Thatsachen, welche die Entwickelung desselben aus *j* bezeugen und zugleich durch Uebereinstimmungen zwischen dem Sanskrit und Zend dafür entscheiden, daß diese Entwickelung schon in der arischen Periode eingetreten war, jedoch nicht entfernt in so großem Umfang, wie in dem besonderten Zend, und noch nicht einmal in ein und demselben Verbum allein herrschend.

Im Sanskrit hat die bei weitem größere Mehrzahl der Verba, welche indogermanisches *g* vor Vocalen und Dauerlauten, außer *s*, vorwaltend in *j* verwandeln, den ursprünglichen Guttural vor momentanen Consonanten und *s* bewahrt

und zwar vor tönenden als *g* — z. B. von indogermanischem *yug*, in 3. Plur. Präs. Act. vor der Endung *anti*, *yuñj-anti*, aber vor *dhi* in 2. Sing. Imptv. Act. *yuṅg-dhi* — dagegen vor stummen und *s* als *k* — z. B. von dem angeführten Verbum vor *ta*: *yuk-tá*, Ptcp. Pf. Pass., vor ursprünglichem *s*, welches hinter *k* zu *sh* wird: *a-yuk-shata*, 3. Plur. Aor. Med. Sechs Verba jedoch giebt es, welche fast ausnahmslos den Guttural *nur* vor ursprünglichem *s* bewahren — und auch hier nicht vor dem der Endung des Locativ Plur. —; vor *t* und *th* dagegen erscheint, statt des indogermanischen *g* und sanskr. *j*, der stumme linguale Zischlaut *sh*; vor tönenden momentanen Consonanten aber linguales ḍ, und vor der Endung *su* des Loc. Pl. sowie wenn kein Affix sichtbar, linguales ṭ. So z. B. gehören zu diesen sechsen sskr. *marj*, für indogerm. *marg*, sskr. *bhrâj* (aus indogerm. *bharg*, vermittelst *bharag*, *bhrag*) und sskr. *râj* (eigentlich zwei Verba, das eine, mit der Bed. *strahlen* — in derselben Weise wie *bhrâj* aus indogerm. *bharg* — aus indog. *arg*, hell sein, das andre mit der Bedeutung *herrschen* aus indogerm. *arg*, recken, richten); daher von *marj* im Aorist *a-mrik-shanta*, wie oben von *yuj*: *ayukshata*; dagegen vor *ta*: *mrish-ṭá*[1]), vor *dh*: *mriḍ-ḍhi*[1]), vor *su* des Loc. Pl.: *râṭ-su* von *râj*, Herrscher (indog. *râg*); ohne sichtbares Affix von *marj* in 2. 3. Sing. Impf. Act. *amârṭ*.

Bei zweien der ebenfalls hieher gehörigen Verba, nämlich sskr. *sarj* und *yaj*, ist dieses Gesetz nicht zur Alleinherrschaft gelangt (viel-

1) Durch die progressive Assimilationskraft der Lingulen sind die nachfolgenden ursprünglichen Dentale, *t* und *dh*, lingual geworden.

leicht auch bei *bhrâj*). Das erstre bildet, wo gar kein Affix sichtbar ist, z. B. in 3. Sing. Aor. Act., *asrâk* (Rv. IV. 53, 3; 4), nicht *asrât* (wie von *bhrâj*: *abhrâṭ* Rv. I. 66, 3; IV. 6, 5) und eben so Nomin. Sing. *viçva-srik* (Mahâbhârata im Petersb. Sskrit.-Wtbch. VI. 1236) neben °*sriṭ*. Das Verbum *yaj*, trotzdem daß es der Regel im Aorist folgt und *ayâṭ* bildet (Vâjaneyi-Saṁh. VII. 15), lautet in der affixlosen Zusammensetzung mit *ritu* im Nom. Sing. *ritvik*, im Loc. Pl. *ritvik-shu* und vor den mit *bh* anlautenden Casusendungen *ritvig-* z. B. *ritvig-bhis*.

Fünf von diesen Verben sind auch im Zend bewahrt; nämlich *bhrâj*, *marj*, *yaj*, *râj*, und *sarj*; eigentlich auch das sechste *bhrajj*; denn es ist wesentlich identisch mit *bhrâj*, glühen, und bedeutet eigentlich 'glühend machen' dann *rösten*; die allgemeine Stammform ist *bhraj*, indogerm. *bhrag* (φλεγ) für *bharg*, vermittelst *bharag* (griech. φρυγ aus φἄρυγ vermittelst Erhebung des vocalischen Elements von *r* vor folgendem Consonanten zu einem ursprünglich unbestimmten Vocal); diese Form, nur mit e i n e m *j*, liegt auch bei den meisten generellen Verbalformen zu Grunde, z. B. *bhrishṭá*, wie *mrishṭá*; das Präsensthema, welches *bhrijjá* lautet, ist wie *sajja* aus *saj-ya*, *lajja* aus *laj-ya*, eigentlich *raj-ya* in der Bedeutung 'erröthen', vgl. lat. *erubescere*, sich schämen (wegen der Assimilation von *jy* zu *jj* vgl. Pâli bei E. Kuhn, Beiträge zur Pâli-Grammatik, S. 47 *râjya* = *rajja*, und Prâkrit bei Lassen, Institutiones linguae Pracriticae, S. 248 *rajyasva* = *rajjassa*), aus *bhrajyá* entstanden, mit *ri* für *ra* durch Einfluß der hier bewahrten ursprünglichen Accentuation. Wie manche andre Präsensthemen, ist auch dieses zur Bildung mancher Ableitungen, welche

eigentlich aus dem generellen Stamm hervortreten müßten, verwendet.

Die jenen fünf sskrit. entsprechenden zendischen Verba spiegeln aber das sskrit. *j* nicht ebenfalls durch *j* wider, sondern durch den Zischlaut *z*, so daß sie *barâz*, *marez*, *yaz*, *râz* und *harez* lauten.

Wo nun das Zend wie im Sanskrit *j* für indogermanisches *g* hat, wie in *yuj*, *qaj* = sskr. *svaj*, folgt es auch im Allgemeinen dessen Regel, z. B. im Ptcp. Pf. Pass. zend. *yukh-ta* = sskr. *yuk-tá*, zend. *qakh-ta* = sskr. *svak-tá*; die Aspirirung des *k* ist durch Einfluß des *t* nach der Besonderung des Zends herbeigeführt. Wo dagegen das Zend *z* hat, erscheint dem sskr. *sh* gegenüber zend. *s*, welches hier neben *sh* als Reflex desselben auftritt, z. B. von *marez* = sskr. *marj* im Ptcp. Pf. Pass. *marsta* = sskr. *mrishtá*.

Leider finden sich im Avesta keine Formen dieser Verba, in denen Endungen angeschlossen sind, welche mit tönenden Consonanten anlauten. Wir können also nicht mit absoluter Bestimmtheit angeben, wie etwa die sskr. Form *mriḍḍhi* im Zend widergespiegelt sei. Allein wir haben Gründe, welche uns das Recht geben anzunehmen, daß in älterer Zeit — der der ältesten Theile der Veden und des Avesta — die lautlichen Regeln, welche in der Zusammensetzung herrschten, von denen, welche bei Verbindung der Elemente der einfachen Wörter galten, vielleicht gar nicht, gewiß aber in den meisten Fällen der damals noch verhältnissmäßig geringen Anzahl von Zusammensetzungen nicht verschieden waren. Dafür spricht auch die uns schon entgegengetretene Thatsache, wo das *s* im indogermanischen *dus* in dem zusammengesetzten zen-

dischen *duzh-dâo* genau so behandelt war, wie das indogermanische *s* in dem einfachen Worte *misdha* in dem zendischen *mîzhda*. Demgemäß irren wir sicherlich nicht, wenn wir annehmen, daß das Gesetz, nach welchem das zendische *erez*, mit *z* gegenüber von sanskrit. *j* in dem entsprechenden *rij* (z. B. in dem Loc. Sing. *rij-i* in *riji-pyá*, *riji-çvan*) aus indog. *arg*, vor tönendem *j*, in *ji*, zu *zh* ward: *erezhji*, auch für das *z* von *marez* vor dem tönenden *d* in *di* = sskr. *dhi* galt, also dem sanskrit. *mriḍḍhi* im Zend *merezhdi* entsprochen habe.

Diese Annahme erhält aber keine geringe, ja! genau genommen: eine entscheidende Unterstützung dadurch, daß sskr. *ḍḍh* wie es hier dem zend. *zhd* gegenüber tritt, ganz ebenso ursprünglich in dem sskr. Reflex von zend. *mîzhda* gegenüber trat. Denn daß sskr. *mîḍha* dessen Reflex sei und für ursprünglicheres *mîḍḍha* oder *miḍḍha* stehe, ist in den Göttinger Nachrichten 1874 S. 365 fg. nachgewiesen, der Ausfall eines von zwei unmittelbar aufeinander folgenden lingualen T-Lauten aber schon in der Abhandlung »Ueber Jubeo und seine Verwandte« (Abhdlgen der k. Gesellsch. der Wiss. zu Göttingen, Bd. XVI) besprochen und dieser wird uns weiterhin auch hier entgegentreten. Hier will ich nur noch vier Fälle erwähnen. Drei von ihnen liefern Beispiele für die Bemerkung, daß in der vedischen Zeit in Zusammensetzungen (bekanntlich selbst bisweilen im Zusammentreffen von Wörtern, z. B. Rv. I. 180, 5 *gór óhena*, mit lingualem ṇ, statt des dentalen in *óhena*, wegen des vorhergehenden *r* in *gór*) mehrfach dieselben lautlichen Gesetze Anwendung fanden, die in einfachen Wörtern galten; alle vier aber enthalten Reflexe von indogermanischem *sd* oder *sdh* (=

zendischem *zhd*) durch sanskritisches ḍ oder ḍ*h* für früheres ḍḍ, oder ḍḍ*h* mit der zwar häufigen aber keineswegs steten Einbuße des einen von zwei aufeinander folgenden lingualen T-Lauten; dabei hat die durch die frühere Position herbeigeführte Beschwerung des vorher gegangenen kurzen Vocals so gewirkt, daß er nach Einbuße des einen Consonanten als natürliche Länge erscheint.

Die drei ersten Fälle sind die vedischen Zusammensetzungen von indogermanischem *dus*, arisch (weil ein andrer Vocal als $\overset{\bar{a}}{a}$ dem *s* vorhergeht) *dush*, mit *dabha*, *dâç* und *dhî*. Nach Analogie des zendischen *duzhdâo* für arisches *dush* zusammengesetzt mit *dâo* würden diese Wörter, wenn sie im Zend reflectirt wären, statt des auslautenden *sh* des ersten und des anlautenden *d* oder *dh* des zweiten Gliedes *zhd* zeigen. Wie diesem *zhd* im sskr. *mriḍḍhi* ḍḍ*h* entsprach, so würde im Sanskrit *duḍḍábha*, *duḍḍâ'ç*, *duḍḍhí* entsprechen müssen; statt dessen finden wir aber mit Einbuße des ersten der beiden Linguale und Länge des vorhergehenden Vocals *dûḍábha*, *dûḍâ'ç* *dûḍhî'* (im Rigveda *dûlhî'*). Daß diese Zusammensetzungen mit *dus* in den Veden wie einfache Wörter behandelt sein, dafür sprechen auch vedisch *dushṭara* für das ursprüngliche und im classischen Sanskrit erscheinende *dus-tara*, und die analogen Fälle. Denn vedisch *dûḍhî* z. B. statt des classischen *durdhî* (für ursprüngliches *dus-dhî*) verhält sich zu dem vedischen *dushṭara*, statt des classischen und ursprünglichen *dustara*, genau wie das sogleich zu erwähnende *nîḍa* (für indogerm. *nisda*, vgl. auch das schon erwähnte *mîḍha* für indogerm. *misdha* oder *mîsdha*) zu *jushṭa* (für indogerm. *gusta*).

Den vierten Fall bildet der sanskritische Reflex des indogermanischen *nisda*, Nest, dessen i wohl unzweifelhaft kurz war. Im Zend hätte *sd*, wie in *mîzhda*, zu *zhd* werden müssen, im Sanskrit zu ḍḍ, aber der Reflex lautet, in Analogie mit *dûḍábha* u. s. w., im Sskr. *nîḍa*; im Zend ist er nicht bewahrt.

Im Zend beruhen also die Verwandlungen von indogerm. *g* in *marg* und den analogen Fällen auf dem Uebergang von *g* in *z* in *marez* und den analogen. Dieses wird vor momentanen stummen zu *s* (für, und = sskr. *sh*), vor tönenden dagegen zu dem diesem *s* und *sh* entsprechenden tönenden *zh*. Im Ssk*r*it dagegen trat statt des dem zend. *z* in *marez* entsprechenden *j* in *marj* u. s. w., vor stummen momentanen, das dem Zendischen *s* wesentlich gleiche *sh* ein, vor dem Locat. Plur. und wo sich kein Affix zeigt dagegen ṭ, und vor momentanen tönenden Consonanten ḍ.

Da die lingualen T-Laute erst nach der Abtrennung des Sanskrits vom Zend entstanden sind und sicherlich nicht unmittelbar, sondern erst nach Verlauf eher einer längeren als einer kürzeren Zeit, so folgt schon daraus, daß der Eintritt von ṭ und ḍ nicht unmittelbar nach der Trennung statt finden konnte, sondern noch im besonderten Sanskrit eine vermittelnde Form einige Zeit hindurch bestanden haben muß.

Hier ist nun zunächst zu beachten, daß sich ein analoger Uebergang im Zend und Sanskrit auch in den Verben findet, deren Stamm vorwaltend in ihnen auf *sh* oder *ç* auslautet: *sh* bewahrt im Sanskrit seinen Laut vor *t* und erscheint im Zend als das innigst verwandte *s*, z. B. von *karsh*, im Zend *karesh*, Ptcp. Perf. Pass., im Sskr. krishṭá, im Zend *karsta*; *ç* da-

gegen geht davor in sskr. *sh*, zend. *s* über, z. B. von *spaç*, im Zend *çpaç*, altes Ptcp. Pf. Pass. im Sanskr. *spashṭá*, Nomen abstr. im Zend *avaçpasti*; vor tönenden aber werden sowohl *sh* als *ç* im Zend zu *zh* — z. B. 2. Sing. Imperativ Act. von *cish*: *cizhdî*, 2. Plur. Impf. Med. von *thwareç*: *thwarôzhdûm* — im Sanskrit dagegen zu ḍ, z. B. 2. Sing. Imptv von *vish*: *viviḍḍhi*, von *diç*: *didiḍḍhi*.

Ja! ein ähnliches Verhältniß zeigt sich selbst bei dem dentalen Zischlaut, dem indogerm. und sanskrit. *s*. Dieser wird im Sanskrit in einigen Verben vor folgendem *s* zu *t*, z. B. *vas* mit dem Character des Futurum *sya* wird *vatsya-*, und ebenso ist auch 3. Sing. Aor. von *srams*, nämlich *ásrat* (Vâj.-Samh. VIII. 28) aus *ásras-t*, vermittelst *ásratt* zu erklären. Vor momentanen tönenden Consonanten dagegen wird es durchweg zu *d* und kann oder muß, ähnlich wie die lingualen T-Laute, vor nachfolgendem *dh* eingebüßt werden; so z. B. erscheint indogerm. *masg* (lateinisch *merg-o*), untertauchen, in dem Namen des auch bei uns 'Taucher' genannten Vogels im Sskrit mit *d*: *madgu* (lateinisch *mergu-s*, [althochd. merricho?]); *âs* bildet mit der Endung *dhvam*: *âddhvam* oder *âdhvam*, *çâs* dagegen mit *dhi* nur *çâdhi*. Dieser letzteren Umwandlung tritt nun wieder das Zend zur Seite, indem es — jedoch in viel näher liegender Weise — das stumme indogermanische *s* vor tönenden momentanen in den, diesem stummen Zischlaut entsprechenden, tönenden, nämlich *z*, übergehen läßt; zwei hieher gehörige Beispiele: *çazdyâi* (welchem im Sskr. *çaddhyai* entsprechen würde) und *azdan* sind schon oben erwähnt; hier will ich noch *mazga*[1]), Mark, aus indogermanisch

1) Justi hat *mazgá*, f., aber *mazgavañt*, in welchem

masga hinzufügen; im Sanskr. würde ihm, wenn das *g* bewahrt wäre, nach Analogie des eben angeführten *madgu* für indogerm. *masgu*, welches in den indogermanischen Sprachschatz aufzunehmen ist, *madga* entsprechen. Im Sskrit ist aber das *g* zu *j* geworden und das vorhergehende *d* ihm assimilirt, zugleich das Geschlecht geändert, so daß hier *majjâ*, f. (und mit anderm Affix *majjan*, m.) entspricht; ganz ebenso ist auch das indogerm. Verbum *masg*, tauchen, im Sanskrit, vermittelst *madg*, *madj*, zu *majj* geworden; vgl. den Uebergang von auslautendem *d* eines vorderen Compositionsgliedes, oder Wortes, vor anlautendem *j* eines folgenden Compositionsgliedes oder Wortes in *j*; z. B. *ud-jâtam*, oder | *ud* | *jâtam* werden *ujjâtam*, *uj jâtam*.

Dieser Uebergang von *s* in *t* erklärt sich aber wohl kaum anders, als dadurch, daß im Sanskrit der Sibilant bisweilen so gefühlt, gebildet, oder gehört ward, als ob er aus einem Dental und Sibilus wesentlich eben so bestände, wie eine Aspirata aus der entsprechenden Nichtaspirata und einem Hauch; er büßte also in denselben Fällen den Sibilus ein, in welchen die Aspirata die Aspiration, den Hauch, einbüßt. Ebenso erklärt sich dann auch die Umwandlung des lingualen Sibilanten *sh* in den lingualen T-Laut, ṭ[1]).

es allein im Avesta erscheint, kann nur auf *mazgan* oder *mazga* beruhen; letzteres ist als n. durch 'An old Zand-Pahlavî Glossary ed. by Hoshengji Jamaspji' gesichert.

1) Beiläufig erinnere ich daran, daß die Aehnlichkeit zwischen der Sibilirung und Aspiration bekanntlich eine auf innerer Verwandtschaft beruhende ist; diese Verwandtschaft zeigt sich insbesondere darin, das *s* nicht selten einen momentanen stummen, ursprünglich aspirationslosen, Consonanten aspirirt, z. B. indogermanisch *skar* 'springen' wird im Sskr. *skhal*; skid, spalten, wird griech. *σχιδ*,

Nach derselben Analogie werden wir aber nicht umhin können auch anzunehmen, daß wo *d* statt *s* und ḍ statt *sh* erscheint, ebenfalls ein Sibilant, aber ein tönender, die Zwischenstufe bildete. Da nun diese tönenden Sibilanten im Zend bewahrt sind, nämlich in den Buchstaben, welche durch *z* und *zh* transscribirt werden, die lingualen T-Laute aber im Sanskrit nicht unmittelbar nach der Trennung des Zends und Sanskrits entstanden sein können, so wird dadurch höchst wahrscheinlich, daß diese tönenden Zischlaute noch eine zeitlang nach der Trennung auch im Sanskrit bewahrt waren.

Erklärt sich aber das ḍ, welches in den sechs Verben *bhrâj* u. s. w. erscheint, aus einem tönenden lingualen Zischlaut und zwar eben dem, welcher in Zend als *zh* widergespiegelt wird, so ist auch kaum zu bezweifeln, daß das auslautende *j* dieser Verba, welches im Zend durch *z* wiedergespiegelt wird, entweder mit diesem identisch war, oder ihm im Laute sehr nahe stand. Dafür spricht einigermassen schon der Umstand, daß sich die Laute *j* und *z* überhaupt nahe stehen und, wie die Wiedergabe des sanskritischen *j* durch griechisch ζ (vgl. z. B. *'Οζήνη* für *Ujjayanî*) und Pehlevi *z* (vgl. Kalilag und Damnag.

stag, sskr. *sthag* (für ursprüngliches *t* entscheidet die germanische Lautverschiebung, nämlich altnordisch *thak*, *thek-ja*, althochd. *decch-jan*), indog. *spâti*, altsächsisch *spôd*, sskr. *sphîti* (*î* für *â* wegen der einstigen Oxytonirung, vgl. vedisch *matí*, später *máti*, *bhûtí* im Rigveda, *bhû'ti* im Ath. VS. TS., in Vâl. 11 [M. M. VIII, 60], 7 sogar ohne Accent; dagegen z. B. *triptí* und *trípti* im Rv., im Ath. das letztere und so auch später); *spad*, griech. *σφεδ-ανό*; *spar*, sskr. *sphar*; *sparg*, sskr. *sphûrj* (*u* für *a* durch den Einfluß des Labials *ph*, *û* wegen der folgenden Position, speciell wegen des radicalen *r* mit unmittelbar folgendem Consonanten).

Alte Syrische Uebersetzung des indischen Fürstenspiegels, Einleitung S. XLI; LXIV; LXXIV) zeigt, auch im historischen Sanskrit nahe standen; aber mehr als dieses, ja so ziemlich entscheidend, die schon im Naighaṇṭuka I. 16 und Pâṇini III. 1, 70; VI. 4, 125 erscheinenden Nebenformen des einen dieser Verba, nämlich *bhrâj*, in den Gestalten *bhrâç* und *bhlâç*, welche sowohl in der Bedeutung als in den eigenthümlichen Anomalien mit *bhrâj* übereinstimmen. Augenscheinlich haben wir in diesen Verben Formen — vielleicht volkssprachliche, deren ja viele in das Sanskrit Eingang gefunden haben — zu erkennen, in denen sich der Charakter des *j* in *bhrâj* = zend. *z* in dem entsprechenden *barâz*, treuer erhalten hatte; da aber der tönende Zischlaut *z* im grammatischen Lautsystem des Sanskrits keine Aufnahme gefunden hatte, so begnügte man sich ihn, im dunkel fortwirkenden Gefühl seiner Entstehung aus einem Palatal, durch den einzigen palatalen Zischlaut wiederzugeben, welchen das sanskritische Lautsystem enthält. Es giebt vielleicht noch andre ähnliche Fälle, doch würden sie eine längere Discussion erfordern; ich beschränke mich daher darauf nur noch einen zu erwähnen, in welchem, wenn ich ihn richtig gefaßt habe — und dieß wird durch die Uebereinstimmung mit dem Zend wenigstens höchst wahrscheinlich —, *j*, welches zendischem *z* entspricht, im Zend sowohl als Sanskrit, gegen die sonstige sanskritische Analogie in den lingualen Zischlaut — es gebt nämlich ein andrer Vocal als *â* voraus — *sh* übergegangen ist. Es ist dies nämlich das vedische Wort *rishvá*, hoch; leitet man dasselbe von dem, dem schon erwähnten Worte *rij* = zend. *erez* zu Grunde liegenden, Verbum *arj* = indogerm.

arg 'strecken', ab, und nimmt man an, daß das *j* in *rij*, dem zend. *z* entsprechend, dieser selbe Zischlaut war oder ihm nahe stand, sich aber vor *v*, wie im Zend, in den Zischlaut *sh* verwandelte (vgl. Justi Handbuch der Zendsprache S. 363 nr. 76), so ist die Bildung durch Affix *va* ganz analog der von *pakva* Ptcp. Pf. Pass. von *pac* u. a. a. und bedeutet etymologisch 'gestreckt'. Allein schon in der indogermanischen Zeit hatte der indogermanische Sprachstamm die Eigenthümlichkeit, welche mehr oder weniger auch nach der Besonderung — vorzugsweise im Sanskrit — sich erhalten hat, jedem Nomen eine energische Bedeutung geben zu können, etwa die, welche wir durch den Zusatz 'im wahren Sinne des Wortes' ertheilen; diese specialisirt sich dann bisweilen und verdrängt die etymologische, wie das ja mit den meisten Wörtern der Fall ist; so z. B. bedeutet indogerm. *satia* (von *sat* für *sant* und ursprünglich *asant*, Ptcp. Präs. von *as*, sein, und dem Affix *ia*, welches Angehörigkeit bezeichnet) etymologisch 'dem seienden angehörig'; wie aber die Uebereinstimmung des entsprechenden sanskritischen *satyá*, griech. *ἐτεό* zeigt, hatte es schon vor der Trennung die Bedeutung 'wahr' ('seiend' im wahren Sinne des Wortes) angenommen. In gleicher Weise ist die etymologische Bedeutung von *rishvá* in die Bed. h o c h g e s t r e c k t übergegangen. Im Zend entspricht regelrecht *ereshva*, aber die Bedeutung hat sich, wie im sanskritischen *rijú* = zend. *erezu*, zu 'gerade gestreckt, recht', specialisirt.

Frägt man nun, wie so kam es, dass das Sanskrit diese Zischlaute nicht in das Schriftsystem aufgenommen hat, so ist die Antwort sehr einfach. Das Lautsystem und gar das Schriftsystem ward im Sanskrit sicherlich erst zu einer

Zeit zu grammatischem Bewußtsein gebracht, als die Umwandlung von *z* in *d* und *zh* in ḍ, so wie die entsprechenden von *s* in *t* und *sh* in ṭ längst eingetreten waren. Es waren also im grammatisch geregelten Sanskrit nur noch die sechs Verba in denen *sh*, ṭ, ḍ, einem *j* gegenüber standen. Da diese sechs aber, abgesehen von diesen Umwandlungen fast ausnahmslos — ich habe f a s t hinzugefügt wegen *yaj-van* gegenüber von *yug-van* — der großen Masse der übrigen Verba auf *j* folgen, und der Laut von *j* dem Laute *z*, wie bemerkt, überhaupt nahe stand, war es natürlich, daß man um dieser sechs Verba willen, in denen das *j* sich vielleicht kaum noch, oder, durch Einfluß der Grammatik auf die gebildete Sprache, gar nicht mehr von den übrigen *j* unterschied, keinen neuen Buchstaben aufstellte, wie ja auch in den modernen Sprachen nicht selten, trotz noch stärkerer Lautdifferenzen, ein und dasselbe Lautzeichen angewendet wird.

Hat sich, der bisherigen Erörterung zufolge, in der Periode der arischen Einheit ein tönender Zischlaut aus indogermanischem *g* entwickelt, so liegt die Möglichkeit vor, daß sich eben so gut einer aus dem indogermanischen *gh* entwickeln konnte, und daß dies wirklich geschehen sei, beweisen, aber noch entscheidender, wesentlich dieselben oder ganz ähnliche Thatsachen wie die, durch welche die Aufstellung des ersteren gerechtfertigt worden ist.

In Bezug darauf ist jedoch zunächst daran zu erinnern, daß das Zend bekanntlich nach seiner Besonderung vom Sanskṛit die indogermanischen Aspiratae eingebüßt hat, so daß sie in begrifflicher Beziehung durch die entsprechenden Nichtaspiratae widergespiegelt werden,

z. B. indogerman. *gh* in *maigha* = sskr. *megha* durch zend. *maêga*, eben so *dh* durch *d*, *bh* durch *b*. Allein diese Aspiratae, welche in begrifflicher oder geschichtlicher Beziehung ihre Aspiretion eingebüßt haben, erhalten sie nicht selten durch lautliche Gesetze zürück, welche Aspiration sowohl ursprünglicher, d. h. indogermanischer Nichtaspiratae, als auch ursprünglicher Aspiratae, welche im Zend zu Nichtaspiratae geworden sind, bedingen; und zwar nicht selten an derselben Stelle, an welcher die letzteren sie im Indogermanischen hatten und im Sanskrit bewahrt haben. So z. B. wird in Folge dieser historischen Einbuße das indogerm. Verbum *dhâ*, setzen, im Allgemeinen im Zend zu *dâ*, also in lautlicher Beziehung identisch mit dem Verbum, welches dem indogermanischen Verbum *dâ*, geben, entspricht, so daß z. B. die zendische Form *dademaidê* (1. Pl. Präs. Med.) sowohl das sanskr. *dadmahê* von *dâ*, geben, als *dadhmahê* von *dhâ*, setzen, widerspiegelt. Allein da die zendischen Nichtaspiratae häufig, wenn sie vor sich und hinter sich einen Vocal haben, aspirirt werden, so reflectirt umgekehrt z. B. zendisch *dadhâiti* (3. Sing. Präs.) sowohl sanskritisch *dadhâti*, als auch *dadâti*; im erstren Fall hat es *dh* zwar an derselben Stelle, wie das Sanskrit und das Indogermanische, aber nicht kraft historischer Ueberlieferung, sondern in Folge einer phonetischen Neigung, welche sich im Zend erst nach seiner Besonderung vom Sanskrit geltend gemacht hat.

Nun erscheint im Zend statt des indogermanischen *gh* vorzugsweise *z*, z. B. *miz* für indogerm. *migh*; bisweilen auch *j*, als weiteres Zeugniß für die nahe Verwandtschaft von *z* mit *j*, z. B. *arej* für indogermanisch *argh*, werth sein,

gerade wie *z* auch neben *j* für *g* eintrat, z. B. noch für indogerm. *ag* zend. *az*. Zwischen Vocalen aber erscheint nicht selten *zh*, so z. B. für indogerm. *snigh*, schneien, durchweg zend. *çnizh*, weil in allen im Avesta vorkommenden Formen desselben die Bildungselemente mit einem Vocal beginnen; eben so erscheint aus demselben Grunde in dem Reflex des indogerm. *dhagh*, brennen, welchen Justi mit Recht *daz* schreibt, nur *zh* z. B. *dazhaiti*.

Nach Analogie der sonst — wenn auch, wie im Avesta, entweder in Folge von Inconsequenz oder Corruption, so vieles andere, nicht durchgreifenden, aber — so häufigen Aspirirung zwischen Vocalen, darf man schon hiernach ahnen, daß auch hier eine Aspirirung des Zischlauts *z* zu *zh* eingetreten also *zh* eigentlich ein tönender, wie schon aus dem Verhältniß zu zendisch *s* und *sh* hervorging, und zugleich aspirirter Zischlaut sei. Ist dieses aber der Fall, so ergiebt sich daraus mit Wahrscheinlichkeit, daß zwischen *z* und *zh* als Vertreter von indogerm. *gh* dasselbe Verhältniß anzuerkennen sei, wie zwischen *d* und *dh* als Vertreter von indogerm. *dh*, d. h. daß für *gh* ursprünglich *zh* (wie für *g* mehrfach *z*) eingetreten sei, das *zh* aber nach der Besonderung des Zends vom Sanskrit, in Analogie mit den übrigen indogermanischen Aspiraten, die Aspiration eingebüßt und, wie in dem erwähnten *dadhâiti* für indog. *dadhâti*, durch Einfluß des vorhergehenden und folgenden Vocals wieder erhalten habe.

Diese Wahrscheinlichkeit wird durch Betrachtung der sanskritischen Reflexe des indogermanischen *gh* in hohem Grade gesteigert, ja, wie mir scheint, zur Gewißheit erhoben.

Im Sanskrit wird das ursprüngliche *gh* in den

Fällen, in denen es nicht bewahrt ist, vorwaltend zu *h*, welches zu der Zeit als die Griechen mit den Indern bekannt wurden, theils so lautete, daß diese es durch χ wiedergaben, theils so schwach, daß sie es nicht einmal durch ihren Spiritus asper, sondern nur durch den lenis transscribirten, vgl. **Βραχμάν** für sanskritisch *brahmán*, aber **Ἐραννοβόας** für sskr. *hiraṇyabâhu-s*. Vor stummen momentanen Consonanten dagegen und *s*, so wie wenn kein Affix sichtbar, kann *h* im Sanskrit sich eben so wenig halten, als *j*, *sh* und *ç* und es treten mit einem — aber sehr wichtigen Unterschied — wesentlich dieselben Umwandlungen ein, wie in den sechs sanskritischen Verben auf das *j* (*bhrâj* u. s. w.), in welchem wir den Vertreter eines im grammatischen Sanskrit eingebüßten, dem zendischen *z* gleich oder ähnlich lautenden, tönenden Zischlauts erkannt haben.

Was jenen wichtigen Unterschied betrifft, so beruht er darauf, daß im Sanskrit nicht bloß — im Gegensatz zu dem Zend — die indogermanischen Aspiratae — die nur tönend waren, wie sich, wenn es nöthig ist, leicht beweisen läßt — bewahrt sind, sondern deren Aspiration überhaupt eine große Festigkeit behauptet, so daß sie, selbst wenn der Laut, welcher sie hatte, sie einbüßt, häufig regelmäßig auf einen folgenden oder vorhergehenden übertritt, welcher sie in dem bekannten Zustand der Sprache nicht hat, so z. B. wird ursprüngliches *ght* zu *gdh*; °*dugh*, wenn kein Affix sichtbar, zu °*dhug* oder °*dhuk*.

In Betreff der Umwandlungen selbst haben die sanskritischen Verba mit auslautendem *h* für indogermanisches *gh*, gleichwie die mit *j* für *g*, vor folgendem *s* den ursprünglichen Guttural

bewahrt, jedoch, den Lautgesetzen gemäß, in dessen unaspirirtem stummen Reflex: *k*. Zugleich muß die eingebüßte Aspiration, wenn das Verbum mit einem aspirirbaren tönenden Consonanten anlautet, auf diesen übertreten und das suffixanlautende *s* hinter dem *k* (für *h*) zu *sh* werden, z. B. von *duh* in 1 Sing. Fut. *dhokshyâmi*.

Beginnt dagegen das antretende Affix mit *t*, so treten sowohl im Sanskrit als Zend zweierlei Umwandlungen ein. In einigen Verben bleibt auch hier der Guttural, z. B. im indogermanischen *dhrugh* — im Sanskrit, weil hier zwei auf einander folgende Silben (der Repräsentant des *gh* bildet aber in den daraus hervortretenden Formen den Anlaut der folgenden Silbe) fast nie mit Aspiraten (deren Vertreter *h* inclusive) beginnen dürfen, vorwaltend *druh*, im Zend, weil hier die historische Aspiration überhaupt eingebüßt ist, sowohl mit *j* für *gh*, *druj*, als auch weil stets Vocale folgen, mit *zh* für *z* = *gh*, z. B. 3. Sing. Conjunct. Impf. *druzhât* — würde das Particip Pf. Pass. *dhrughta* gelautet haben; als dessen Reflex erscheint im Zend, dessen Lautneigungen gemäß *drukhta*, im Sanskrit *drugdhá*.

In den meisten Fällen aber tritt im Sanskrit und im Zend — in welchem jedoch nur wenige hieher gehörige Formen im Avesta bewahrt sind — eine Umwandlung ein, welche nach Analogie der oben besprochenen sechs sanskritischen Verba, *bhrâj* = zend. *barâz* u. s. w., im Zend einen Zischlaut, *s*, zeigt, im Sanskrit, wie wir sehen werden auf einem solchen beruht. So z. B. lautet das Nomen agentis von indogerm. *vagh*, im Zend *vaz*, welches indogerm. *vaghtar* gelautet haben würde, im Zend *vastar*, genau wie zend. *marez* = indogerm. *marg*, im

Ptcp. Pf. Pass. *marsta* für indog. *marg-ta* zeigt; d. h. vor dem stummen *t* ist der tönende Zischlaut *z*, dem schon in der Periode der arischen Einheit geltend gewordenen Lautgesetz gemäß, in den stummen Zischlaut *s* übergegangen.

Dem zendischen *marsta* entsprach im Sanskrit wie wir gesehen *mrishṭa*, und nach dessen Analogie dürften wir auch im Sanskrit von Verben auf *h* (für *gh*), welche den Guttural vor *t* nicht bewahren, einen Zischlaut, speciell *sh*, erwarten, also z. B. von indog. *ligh* = sskr. *lih* im Ptcp. Pf. Pass., statt indogerm. *lighta*, sskrit. *lishṭa*.

Aber hier macht sich nun die im Sanskrit fortwirkende Macht der Aspiration geltend. Wie das *t* in denjenigen Verben, welche den Guttural als *g* bewahrt haben, tönend und aspirirt ist, so erscheint auch in den Verben, in denen der Guttural nicht bewahrt ist, als Repräsentant des *t* ein tönender aspirirter Laut. Daraus dürfen wir folgern, daß, wie die tönende Aspirata *dh*, in der Gruppe *gdh*, für *t*, in dem indogermanischen *ght*, auf dem Einfluß der ursprünglich vorhergegangenen tönenden Aspirata *gh* beruht, so auch die hier eintretende tönende Aspirata auf dem Einfluß einer einst vorhergegangenen tönenden Aspirata beruhen muß.

Allein die tönende Aspirata, welche für *t* eintritt, ist nicht deren dentaler Repräsentant, *dh*, sondern der linguale Repräsentant von diesem, ḍ*h*; daraus folgt, daß diesem einst ein Consonant vorhergegangen sein muß, welcher, den im Sanskrit herrschenden Lautgesetzen gemäß, einen Dental in den entsprechenden Lingual verwandelt.

Aber in den hieher gehörigen Bildungen erscheint im Sanskrit nie ein Consonant vor diesem ḍ*h*, sondern stets entweder *ṛi*, oder ein

Diphthong, oder ein langer Vocal und zwar entweder ein ursprünglich langer, wie in dem Particip Pf. Pass. *gâḍha* von *gâh*, oder ein Vertreter eines ursprünglich kurzen, z. B. *lîḍhá* von *lih*. Nun sahen wir aber schon, daß von zwei T-Lauten, insbesondere den lingualen, einer, und zwar vorzugsweise der erste, mehrfach eingebüßt wird, so z. B. *âḍhvam* neben *âḍḍhvam*, *mîḍha* für *mîḍḍha* oder *mĭḍḍha*, *nîḍa* entschieden für *nĭḍḍa*, dagegen z. B. mit Bewahrung beider *viviḍḍhi*, *mriḍḍhi*. Wir dürfen demgemäß unbedingt annehmen, daß auch in *gâḍha*, *lîḍha* als nächst vorhergehende Form *gâḍḍha*, *liḍḍha* anzusetzen und in letzterem in Folge der Beschwerung des Vocals durch die Position dessen Dehnung herbeigeführt ist. Die Nichtdehnung des Vocals *ri* erklärt sich durch die nachweislich späte Entstehung des langen *rî* und und der in den Veden nachweisbaren Geltung von *ri* für kurz sowohl als lang. Daß nun die eine der beiden phonetischen Neigungen in einer durch so viele Analogien zusammengehaltenen Classe von Verben, denen auf *h* für *gh* und deren Ableitungen, zu einem durchgreifenden Gesetz geworden ist, während in anderen Classen, wie *viviḍḍhi* von *vish*, *didiḍḍhi* von *diç*, die Bewahrung beider Linguale Regel ward, ist eine Erscheinung, welche sich auch in der Vertheilung anderer einst arbiträrer oder optioneller phonetischer Umwandlungen nachweisen läßt[1]).

1) Daß insbesondere die Einbuße einerseits und die Bewahrung des ḍ andrerseits nicht darauf beruht, daß es in dem einen Fall aus ursprünglichem *gh*, in dem andern vorwaltend aus *sh* hervorgegangen ist, zeigen Beispiele, in denen auch in letzterem Fall das ḍ eingebüßt wird; so wird z. B. *a-sto* mit der Endung *sdhvam* (Aor. IV. vgl. in 3 Sing. die Endung sta in astoshṭa Rv. I, 77, 5;

Wir haben aber nun ferner gesehen, daß ḍ mehrfach, ja vorwaltend, aus dem tönenden Reflex von *sh*, nämlich dem Zischlaut, welchen wir, in Uebereinstimmung mit der Transscription im Zend, durch *zh* bezeichnen, entstanden ist; so entsprach dem sanskritischen *mîḍha*, für *mĭ̂ḍḍha*, zend. *mîzhda*, beide für indogermanisches *mĭ̂sdha*. Eben so entsprach dem sskr. *nîḍa*, für *niḍḍa*, indogerm. *nisda*, welches im Zend *nizhda* gelautet haben würde. Wir haben also anzunehmen, daß dem ḍ*h*, z. B. in *lîḍha*, einst ein *zh* vorherging, mit andern Worten, daß zwischen dem indogerm. *lighta* und dem sskr. *liḍha*, außer *liḍḍha*, noch eine vermittelnde Form liegen muß, welche wir etwa *lizhta* schreiben dürfen.

Hier tritt uns aber eine Differenz entgegen; während *nîḍa* im Verhältniß zu *nizhda* keine Aspiration zeigt, ist in dem aus *lizh-ta* durch Vermittelung von *liḍḍha* hervorgegangenen *lîḍha* nicht bloß die ursprüngliche stumme Nichtaspirata im Gegensatz zu dem ḍ in *nîḍa* aspirirt, sondern auch tönend geworden, hat also beide Affectionen erlitten, welche sich bei vorhergehenden tönenden Aspiraten im Sanskrit zeigen

si in 1 Sing. *ástoshi* Rv. I, 122, 1 und *sata* in 3 Pl. in *ástoshata* Rv. I, 82, 2), zunächst mit *sh* für *s* wegen des vorhergehenden *o*, dann mit *zh* (vgl. sogleich im Text) für *sh* wegen des tönenden *dh*, dann mit ḍ für *zh* und ḍ*h* für *dh*, nicht zu *astoḍḍhvam*, sondern, mit Einbuße des ḍ, zu *ástoḍhvam* (Rv. I. 124, 13). Der Grund ist vielmehr darin zu suchen, daß, wo eingebüßt wird, ein langer Vocal, oder *ri*, oder Diphthong vor dem Lingual erscheint, wo nicht, aber ein kurzer. In Bezug auf den langen ist es dann gleichgültig, ob er, wie in *gấḍha*, aus sskr. *gâh*, ursprünglich, oder, wie in *rû́ḍha* aus *ruh*, *nî́ḍa* aus *nĭ́sda*, vermittelst einstiger Position (für *rŭ́ḍḍha*, *nĭ́ḍḍa*), entstanden ist.

(vgl. das schon erwähnte *drugdha* aus *druh* für indogerm. *dhrugh*).

Die Verschiedenheit beruht augenscheinlich auf der Verschiedenheit der Entstehung beider *zh*. Das *zh* in dem vorauszusetzenden *nizhda* für *niḍa* beruht auf indogermanischem *s* in *nisda*, das in dem vorauszusetzenden *lizh-ta* dagegen auf indogermanischem *gh* in *ligh-ta*. Augenscheinlich wirkte der tönende Zischlaut ganz wie eine tönende Aspirata, weil er aus einer solchen, *gh*, entstanden ist; die Uebergänge waren also zunächst: *lighta*, *lizhta*, *lizhdha*.

Wie *z* aus *g*, vermittelst *j*, so ist also auch *zh* aus *gh*, wahrscheinlich, wie gesagt, vermittelst *ch* entstanden. Wie *z* zum tönenden Reflex von *s* ward und in die dentale Classe übertrat, so ward *zh* zum tönenden Reflex von *sh* und trat in die linguale Classe. Wie das geschah, wage ich nicht zu erklären; es beruht aber sicherlich auf Eigenthümlichkeiten in der speciellen Aussprache dieser Laute, welche ich für eine so alte Zeit nicht zu bestimmen vermag. Wir sehen aber, daß auch der stumme palatale Zischlaut, *ç*, dem lingualen sowohl als dentalen sich genähert haben muß. Denn es giebt eine ziemliche Anzahl von Wörtern, welche bald mit *ç* bald *sh* und *s* geschrieben erscheinen; *ç* geht ferner überaus häufig regelmäßig in das linguale *sh* über, und im Pâli und den prakritischen Sprachen in das dentale *s*.

Nachdem aber *zh* tönender Lingual geworden war wirkte und litt es auch, wie ein solcher, d. h. ward zu ḍ und verwandelte Dentale in Linguale; so ward aus dem zuletzt vorausgesetzten *lizhdha* weiter *liḍdha*, *liḍḍha* und endlich *liḍha*. Daß sich noch leichter aus *ligh-dhi* die sanskritische Form liḍhi und eben so die andern

Bildungen dieser Classe von Verben auf sskr. *h* erklären, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Die Trennung dieser beiden Affectionen des indogermanischen *gh* hatte sich übrigens während der arischen Zeit noch keinesweges in den einzelnen hieher gehörigen Verben zur Alleinherrschaft erhoben. Im Zend z. B. tritt für das *gh* in dem indogermanischen Verbum *dargh* zwar im Allgemeinen *z* ein, welches in den Fällen, wo das indogermanische *ar* zu *are* oder *ere* geworden ist, das *z* vor Vocalen unverändert bewahrt, z. B. *darezayadhwem derezâna* (Justi unter *darez*); wo dagegen das *ar*, vermittelst *ara*, zu *ra* geworden ist, wird *z* vor nachfolgenden Vocalen, der vorherrschenden Regel gemäß, zu *zh* z. B. *drazhahi* (bei Justi unter *draj*). Vor Affixen, welche mit *t* anlauten, tritt statt dieses *z*, der Regel gemäß, *s* ein z. B. 3 Sing. Aor. *dôrest* für indogerm. *dargh-t*, in dem participial verwandten Nomen agentis *derestâ* für indogerm. *dargh-tars* (Justi unter *darez*). Im Ptcp. Pf. Pass. dagegen erscheint mit Bewahrung des Gutturals: *drakhta* für indog. *dragh-ta* (Justi unter *draj*). Im Sanskrit entspricht das Verbum *darh*. Dieses würde, der Regel gemäß, der Analogie von *duh* folgen; allein es giebt nur eine einzige Bildung, in welcher sich eine mit einem stummen Consonanten anlautende Endung unmittelbar an diese Form schließt, nämlich das Ptcp. Perf. Pass. und in diesem ist nicht, wie in dem eben erwähnten zendischen, der Guttural bewahrt, sondern es ruht auf der Verwandlung desselben in *zh*; indogerm. *dargh-ta* ist vermittelst *darzh-tá*, *darzhdhá*, *darḍdha*, *darḍḍhá*, durch Einfluß des Accents und Einbuße des einen Linguals, zu *driḍhá* geworden.

Wir sehen also, daß in diesem Verbum zur

Zeit der arischen Einheit noch *gh* und *zh* neben einander bestanden. Dasselbe ist selbst im grammatisch fixirten Sanskrit noch in Bezug auf vier Verba der Fall, allein nur von einem derselben nämlich, *muh*, sind beide Bildungsweisen belegbar, und auch hier nur im Ptcp. Pf. Pass. *mugdhá* und *mûḍhá;* von zwei andern, *druh* und *snih*, sind nur Bildungen belegbar, welche auf Bewahrung des Gutturals beruhen, *drugdhá*, *dhrúk*, *snigdhá*, und von dem vierten, *snuh*, keine der beiden. Außerdem ist die Bildungsweise, welche auf Bewahrung des Gutturals beruht, nur in drei Verben, *dah*, *dih*, *duh* belegbar, hier aber allein herrschend. In allen übrigen Verben auf *h* beruhen die hieher gehörigen Formen auf dem Uebergang von *gh* in *zh*. Diesen sehen wir daher im Sanskrit bei weitem mehr verbreitet als den von *g* in *z*, geschrieben *j*.

Da dieser Zischlaut gerade wie der nichtaspirirte, durch die vor der Zeit der Grammatiker eingetretenen phonetischen Umwandlungen, aus der Sprache ganz verschwunden ist, selbst nicht, wie dort, in einem ähnlichen Laut, dem *j*, nachklang, so konnte er in dem sskritischen Lautsystem natürlich keine Stelle erhalten. Allein in ähnlicher Weise, wie sich Spuren des Sibilanten *z* oben in *bhrâç*, *bhlâç* für *bhrâj* statt *bhrâz* (zend. *barâz*) und in *rishva* für *riz* = *rij* mit Affix *va* (zend. *ereschva*) erhalten haben, erkenne ich auch Spuren des Lautes *zh* (tönendes *sch*, vermittelst *ch*) zunächst in dem auslautenden *jh* des aus einer Volkssprache in das Sanskrit gedrungenen Verbums *ujjh* für das sskritische *ud-hâ* (schon in meiner vollst. Gramm. der Sanskritsprache. 1852 §. 142·S. 76 bemerkt), worin *hâ* = indogerm. *ghâ*. Das *jh* entspricht dem aspirirten tönenden Zischlaut (*zh*) genau so, wie

sskr. *j* dem unaspirirten (*z*) in jenen sechs Verben *bhrâj* u. s. w. Derselbe Vertreter von indogerm. *gh* = sskr. *h* zeigt sich im Prâkrit (Lassen, Instit. ling. Pracr. p. 219 und sonst); ich hebe nur einen der von Lassen gegebenen Belege hervor, nämlich das so sehr interessante *lijjha* für sanskr. *lihya* (Lass. p. 320); zunächst mit *jh* für *h* und, wie gewöhnlich *j* für *y*; dann Einbuße der Aspiration vor dem folgenden momentanen Consonanten, aber Uebertritt derselben auf diesen: *lijjha*. — Den stummen Zischlaut, *sh*, zeigt, dem regelmäßigen *h* gegenüber, der Genetiv und Instrumentalis Sing. des Nominalthemas *pratiduh* im Sanskrit selbst, nämlich in der *Taittirîya-Samhitâ: pratidhushas, pratidhushâ* statt *pratiduhas*, *pratiduhâ* (s. Petersb. Wtbch. unter *pratiduh*); das stumme *sh* statt jenes tönenden Zischlautes, gerade wie *ç* in *bhrâç* statt des *z*. Sicher gehört auch hieher das vedische Nomen *majman*, welches im Naighaṇṭuka richtig durch *bala*, Stärke, Macht glossirt, unzweifelhaft zu dem indogerm. Verbum *magh*, *vermögen*, *mächtig sein* zu ziehen ist und dem zendischen *maçman* entspricht. Wie das arische *z* in jenen sechs Verben durch *j* wiedergegeben ist, so hier auch das nur durch den Zutritt der Aspiration verschiedene *zh;* denn in dem sanskrit. Lautsystem stand ihm, da es ja ursprünglich auch, wie *j*, aus einem Guttural entstanden und tönend war, wohl kaum ein anderer Laut, selbst *sh* nicht, so nahe als *j*.

जर्झतीस् *jájhjhatis*, Rigveda V. 52, 6.

Von

Theodor Benfey.

Es ist dieses eines der Wörter, welche in der 'Einleitung in die Grammatik der vedischen Sprache' benutzt werden sollen, um das Eindringen von Wörtern der Volksprachen in die Veden, sowie überhaupt den Einfluß der Volkssprachen auf die Sprache derselben nachzuweisen und dadurch von einer Seite aus die Geschichte der vedischen Lieder vor Feststellung des Textes derselben durch die Diaskeuasten — mit einem Worte: die Geschichte ihrer Corruption während der Zeit der bloß mündlichen Ueberlieferung — zu veranschaulichen.

Der Vers, in welchem das zu besprechende Wort erscheint, lautet

â´ rukmaír â´ yudhâ´ nára *r*ishvâ´ *r*ishṭî´r as*r*ikshata |
ánv enaṃ áha vidyúto marúto jájhjhatîriva bhânúr arta tmánâ divá*h* | .

Das *jh* in diesem Worte kommt im Rigveda weiter nicht vor; im Atharvaveda und der Taittirîya-Sa*m*hitâ findet es sich gar nicht (vgl. Whitney zu AthPrâtiç. I. 10, p. 16, und zu TaittPrâtiç. p. 72); eben so wenig im Sâmaveda und — was ich jedoch jetzt nicht Zeit habe von neuem zu untersuchen — in der Vâjas.-Sa*m*hitâ (ich habe es nämlich bloß *nicht* in meinen Sammlungen aus dieser Sa*m*h.; es könnte mir also ein Fall entgangen sein; doch glaube ich es kaum, und zwar um so weniger, da dieser Buchstab auch im classischen Sansk*r*it verhältnißmäßig sehr selten ist).

Das Wort *jájhjhatîh* ist eines der beiden, in

denen sich gegen RigPrâtiç. 691 (vgl. Whitney zu AthPr. I. 10 p. 16 und zu TaittPr. I. 5 und 8 p. 290; 294) zwei Aspiratae unmittelbar hinter einander in unsern Texten finden. Diese Schreibweise mit zwei Aspiraten, statt des unaspirirten Vertreters für die erste, findet sich in den Vedenhandschriften oft (vgl. Einleitung zum Sâmaveda p. XXXIV und Whitney an den eben angeführten Stellen), eben so in Bezug auf Prakritwörter in Handschriften classischer Werke. In denjenigen Veden, für welche wir Prâtiçâkhya's haben, ist sie, mit Ausnahme der angedeuteten zwei Wörter, theils schon geändert, theils noch zu ändern; anders steht es mit dem Sâmaveda, für welchen wir noch kein Prâtiçâkhya besitzen und in Bezug auf Schreibweise fast einzig auf die Autorität der Handschriften angewiesen sind; denn die so häufige Wiederkehr dieser Schreibweise scheint anzudeuten, daß sie nicht ganz in der Luft steht, sondern auf irgend einer uns —, oder genauer gesprochen, mir — bis jetzt noch unbekannten Theorie beruht. Warum aber im Rigveda nicht, dem Prâtiçâkhya gemäß, जज्झती° *jájjhatî°* und eben so VII. 103, 3 अक्खली *akkhalî°* statt अख्खली° *akhkhalî°* gedruckt wird, ist mir unerklärbar. Wenn die Schreibart der Handschriften — hier freilich nicht bloß in dem Rigveda-Texte, sondern auch in Sâyana's Commentar zu V. 52, 6 und VII. 103, 3, so wie dem Naigh. IV. 3 und dem Nirukta VI. 16 — dazu ein Recht gäbe, dann müßten wir über die Berechtigung zu den Aenderungen in den vielen analogen Fällen wenigstens sehr zweifelhaft werden. Wir haben vielmehr in dem uns überlieferten Text uns an die Prâtiçâkhya's zu halten und das des Rigveda ist im Ganzen so genau, daß, wo es

keine Ausnahmen angiebt, auch wir keine anzunehmen haben; übrigens scheint mir auch der Umstand für die Berechtigung zu einer Umänderung zu entscheiden, daß in Sâya*n*a's Commentar sich nichts findet, aus welchem hervorgeht, daß sich hier eine Abweichung von der in allen Prâtiçâkhya's und bei Pâ*n*. VIII. 4, 53; 55 aufgestellten Regel findet. Wäre auch in Bezug auf Sâya*n*a, dem nichts weniger als alles für einen selbstständigen Erklärer der Veden erforderliche gefehlt zu haben scheint, vielleicht bloße Unachtsamkeit der Grund, so würde sich doch wohl eine Bemerkung bei einem seiner Vorgänger gefunden haben, welche er dann schwerlich unerwähnt gelassen haben würde.

Wenden wir uns von der Schreibweise zu der Erklärung! Eine solche ist schon von dem ältesten der uns bekannten Interpreten von Vedenstellen, dem Erläuterer des alten Vedenglossars, des Naighaṇṭuka, nämlich Yâska, im Nirukta VI. 16 hingestellt; sie ist aber nicht einmal mit Bestimmtheit etymologisch zu begründen versucht und ergiebt sich schon dadurch als eine reine Ratherei. Seine Erklärung lautet: *jajhjhatir âpo bhavanti çabdakâriṇyah*, d. h. *jajhjhatîh* ist *Wasser*, *Ton von sich gebendes;* ob in den Worten 'Ton von sich gebend' vielleicht eine Etymologie liegen soll, wage ich nicht zu entscheiden; in dem uns bekannten Sprachschatz des Sanskrits giebt es jedoch kein ähnliches Wort in dieser Bedeutung. Sâya*n*a folgt natürlich dieser Erklärung; seine Worte sind: *jajhjhatiriva çabdakâriṇya âpaïva* | , d. h. *jajhjhatiriva*, wie tönendes Wasser; dann folgen Yâska's eigene Worte. In dem Petersburger Wörterbuch II, 9 heißt es nun: 'झझ्झ् *jajhjh* (onomatop.) partic. f. *plätschernd*, vom Wasser, nach Nir. 6, 16' und

dann folgt die Stelle des Rigv. In dieser ist es nun Beisatz der *Blitze* und auf jeden Fall ist der Vergleich: '*Blitze wie plätscherndes* (scil. Wasser)' ein höchst sonderbarer. Diese Sonderbarkeit scheint Grassmann bestimmt zu haben, an die Stelle Yâska's, oder dessen Vorgängers, Ratherei eine andere zu setzen, nämlich (Columne 464): 'etwa *zischen* oder *sprühen* (schallnachahmend)'. Wenn derartige Rathereien bei der Erklärung oder Uebersetzung der Veden verstattet wären, dann wäre dies eine Aufgabe, zu deren Lösung es keines besonderen Studiums bedürfte.

Wie ist aber nun das Wort *jáǰhjhatîs*, oder vielmehr *jájjhatîs* in entschieden richtiger Weise zu erklären? Ich habe schon bemerkt, daß es zu den aus Volkssprachen — höchst wahrscheinlich während der Periode der Corruption — eingedrungenen Wörtern, oder vielmehr zu den volkssprachlichen Umwandlungen von sanskritischen Wörtern gehört. Diese Basis der Erklärung würde sich als eine ganz sichrere erweisen, wenn meine Zeit mir verstattete, jetzt alle vedischen Wörter aufzuzählen und zu erörtern, welche dieser Categorie angehören. Allein viele derselben würden einer Erörterung bedürfen, welche eine Zeit in Anspruch nehmen würde, die ich jetzt der Vollendung der Grammatik der vedischen Sprache nicht mehr entziehen darf. Auch glaube ich, daß sich jeder Leser überzeugen wird, daß es für diesen speciellen Fall einer so breiten Grundlegung gar nicht bedarf, daß er selbst vielmehr geeignet ist einen der passendsten Ausgangspunkte für die Behandlung dieser ganzen Categorie zu bilden.

Schon in dem Glossar zum Sâmaveda (p. 5) ist bemerkt worden, daß *ácha* (richtiger *áccha*),

organischere Form *áchâ* (richtiger *ácchâ*, vgl. 'Quantitätsverschiedenheiten, III. Abhandl. in Bd. XX Nr. 3 p. 2) eine Umwandlung von sskr. *ákshâ* ist, altem, wie so viele, Adverb gewordnen Instrumental von *áksha*, alter Nebenform von *ákshi*, Auge, in der Bedeutung 'dem Auge sichtbar, coram'. Der Uebergang von sskr. *ksh* in *ch*, *cch* ist bekanntlich sowohl dem Pâli (vgl. E. Kuhn, Beiträge zur Pâli-Grammatik p. 52), als dem Prâk*r*it (Lassen Inst. ling. Pracr. p. 263) eigen. Sobald die übrigen durch Einfluß der Volkssprachen eingetretenen phonetischen Umwandlungen aufgeführt sein werden, wird schwerlich irgend Jemand Bedenken tragen, auch diese als volkssprachliche anzuerkennen, vielleicht gerade dadurch bestimmt, daß das Wort bloß in den Veden vorkommt, im classischen Sanskrit bis jetzt wenigstens noch nicht belegt ist. Sanskritisches *ksh* geht aber ferner sowohl im Pâli (Ernst Kuhn, a. a. O. p. 38) als im Prâkrit (Lass. a. a. O. 199) in *jh*, *jjh* über; vgl. z. B. Pâli *jhâ* für sskr. *kshá*, *pajjhario* = sskr. *praksharita*h (bei Garrez in ZDMG. XIX. 303); Prâk*r*. *jhîṇa* für sskr. *kshîṇa*. Dieser letztere Uebergang findet sich nun auch in dem zu besprechenden Wort. Es entspricht sanskritischem *jákshatî*h und ist Nom. pl. fem. Ptcp. Präs. von *has* '*lachen*' nach der IIIten Conj. Cl. (mit *gh* für *h*, wie mehrfach in reduplicirten Formen, also *jaghas*, dann mit Einbuße des wurzelhaften *a*, wie oft, *jaksh*), gehört also zu dem Acc. pl. msc. Ptc. Präs., welcher mit Bewahrung der sanskritischen Form als *jákshatas* Rv. I. 33, 7 erscheint. Im Wurzelverzeichniß wird das Verbum *jaksh* geschrieben und der IIten Conj. Cl. zugezählt, hat aber seinen reduplicativen Charakter nach Pân. VI. 1, 6, und in den beiden

vorliegenden Formen bewahrt. Die Blitze werden also als 'lachende' bezeichnet. Diese Bezeichnung kann uns auf den ersten Anblick vielleicht eben so sonderbar vorkommen, wie 'plätschernd'; allein sie ist für die indische und gerade die vedische Auffassung durch mehrere Parallelstellen gesichert; so heißt es Rv. I. 168, 8 *áva smayanta vidyútah prithivyā́m*, d. h. wörtlich 'Die Blitze lächeln zur Erde hinab'; auch I. 79, 2 sind *smáyamâna* 'die lachenden' die Blitze; man beachte aber vor allem II. 4, 6, wo das Feuer mit dem 'durch die Wolken lächelnden Diaus' verglichen wird; daß hier unter *Diaus* = *Ζεύς* der Blitzschleuderer noch zu verstehen ist, möchte kaum anzuzweifeln sein; seine Blitze sind also sein Lachen und wir wissen nun wie ganz wörtlich Rv. I. 23, 12 zu verstehen ist, wo es heißt: *'haskârā́d vidyútas . . . . jâtā́':* die aus dem Lachen geborenen Blitze'. Aus dem classischen Sanskrit gehört hieher Bhâgavata Pur. III. 17, 6 *uddhasattaḍidambhoda*, 'Wolken in denen Blitze auflachen'. Uebrigens ist die Vergleichung des plötzlich hervorbrechenden Blitzes mit dem plötzlich hervorbrechenden Lachen auch vom allgemein menschlichen Standpunkte keinesweges eine besonders fern liegende. Auch wir brauchen z. B. das Verbum *zucken* von beiden: 'Ein freudiges Lächeln zuckte über sein Gesicht', und können unbedenklich sagen: 'Wie ein leuchtender Blitzstrahl erhellte ein freudiges Lächeln sein ganzes Gesicht'. Doch verkenne ich nicht, daß zur Entscheidung der Frage: welche Anschauung den Grund für die Bezeichnung der Blitze als 'lachende' bilde, auch die anderen Gegenstände in Betracht gezogen werden müssen, welche von den Indern mit 'Lachen' verglichen, oder als 'lachend' bezeichnet werden,

z. B. Harivamça 3825 *hamsaih prahasitâniva jalâni*, wörtlich 'Wasser welche durch Schwäne gleichsam lachen'; vgl. Meghadûta 51, wo 'die Gangâ mit ihrem Schaume gleichsam das Stirnrunzeln der Gaurî verlacht', ebds. 55 wo 'die Wolke mit dem Lachen eines prasselnden Hagelwetters die Çarabha's überschütten soll' und den colossalsten Vergleich ebds. 59, wo 'der Berg Kailâça mit seinen erhabenen, wie Wasserlilien weißen, Gipfeln in den Aether sich streckend dasteht gleich einem massenhaft gewordenen lauten Gelächter des Dreiäugigen (Çiva) in die Weltgegenden'. In diesen Beispielen ist das Weiße mit Lachen verglichen, oder als lachend gefaßt. Auch ist das Lachen in den Märchen zu berücksichtigen, da sich gerade in diesen nicht selten uralte Anschauungen erhalten haben. Für unsren Zweck jedoch ist eine eingehendere Untersuchung dieser Frage unerheblich; für diesen genügt es nachgewiesen zu haben, daß in den Veden die Blitze wirklich als 'lachende' bezeichnet werden.

Da ich den Vers ganz mitgetheilt habe, wäre es wohl auch angemessen ihn ganz zu übersetzen. Leider ist mir dieß nicht möglich; in der ersten Hälfte weiß ich nicht sicher, wie der Instrum. *rukmaír* hier zu fassen ist und eben so wenig, wie *yudhâ'*; in der zweiten macht hier, wie fast allenthalben, *tmánâ* Schwierigkeiten. Die unzweifelbare Ableitung von *âtmán* in der Bed. 'selbst' und die treffliche Behandlung des Wortes im Petersburger Wörterbuch machen mir wahrscheinlich, daß es in den meisten Fällen ganz unserm steigernden Adverb 'selbst' entspricht, und wenn man mir erlaubt dieser Ansicht hier zu folgen, dann übersetze ich den Vers, mit Auslassung der mir an dieser Stelle noch nicht

sicher verständlichen beiden Wörter: Heran... haben die Helden, die hehren ihre Speere geschleudert; ihnen, den Maruts, nach (erheben sich) traun gleichsam lachende Blitze, erhebt sich selbst des Himmels Glanz'. Beiläufig bemerke ich übrigens, daß mir wegen des abweichenden Metrums (Pankti) und weil im dritten Stollen das auslautende *u* in *ánu* vor dem folgenden *a* als *v* zu lesen ist, dieser Vers nicht ursprünglich diesem Lied angehört zu haben scheint. Eben so ist über vs. 17 (ebenfalls Pankti) zu urtheilen und auch über Vs. 16, von welchem man nicht begreift, wie so ihn die Anukrama*n*ikâ als Anushṭubh fassen konnte. Er ist ebenfalls eine nur wenig anomale Pankti und der 2te Halbvers beginnt mit *priçnim.*

Nachtrag zu S. 328.

Zu *cch* für *ksh* gehört auch Ath. X. 9, 23 r*icchárâ* für VS. XXV. 3 r*ikshálâ.* Die Bedeutung des Wortes: Fesseln, Fesselgelenk, — wie ich von Sachverständigen gehört: die Sehnen am Fuße, welche bei Pferden von Feinden durchschnitten werden, um sie zum Gehen unfähig zu machen — macht es sehr wahrscheinlich, daß das Wort von dem Präsensthema des Verbums *ar*, gehen, nämlich r*icchá* für indogermanisches *ar-ska* = griech. ἐρχο für ἐρ-σκο (s. kurze Sanskrit-Grammatik. 1855, §. 71, S. 32) abgeleitet ist. Es hätten sich dann in der, bei r*ikshálâ* zu Grunde liegenden Form r*iksha* die organischeren Laute erhalten: *ksh* vermittelst der im Sanskrit so häufigen Umstellung von indogermanischem *sk.*

Diese unmittelbar aus dem Grundgesetz der Magnetinduktion sich ergebenden Ausdrücke lassen sich auf zwei verschiedenen Wegen weiter transformiren; die eine Transformation, welche zuerst angewandt werden soll, ist von Vortheil wenn es sich um die Wirkung eines bewegten Magnetpols auf einen geschlossenen Leiterkreis handelt; während mit Hülfe der zweiten Transformation die bei der Rotation eines gleichförmig magnetisirten Eisencylinders um seine magnetische Axe auftretenden Kräfte in besonders einfacher Weise sich darstellen lassen.

Befindet sich zunächst an der Stelle xyz ein lineares Leiterelement ds, dessen Projektionen auf die drei Coordinatenaxen bezeichnet werden mögen durch dx, dy, dz, so ist die in diesem Element durch den bewegten magnetischen Punkt inducirte elektromotorische Kraft gegeben durch:

$$\Xi dx + H dy + Z dz$$

$$= \mathfrak{u} A \mu \frac{(z-c)\,dy - (y-b)\,dz}{r^3}$$

$$+ \mathfrak{v} A \mu \frac{(x-a)\,dz - (z-c)\,dx}{r^3}$$

$$+ \mathfrak{w} A \mu \frac{(y-b)\,dx - (x-a)\,dy}{r^3}$$

Denken wir uns andererseits dasselbe Leiterelement ds von einem Strom von der Stärke 1 durchflossen, so lassen sich die Componenten

der elektromagnetischen Wirkung, welche von demselben ausgeübt wird auf den magnetischen Punkt μ, darstellen durch die Ausdrücke;

$$A = - A\mu \frac{(z-c)\,dy - (y-b)\,dz}{r^3}$$

$$B = - A\mu \frac{(x-a)\,dz - (z-c)\,dx}{r^3}$$

$$\Gamma = - A\mu \frac{(y-b)\,dx - (x-a)\,dy}{r^3}$$

Mit Hülfe dieser Werthe ergiebt sich dann für die auf das Element ds ausgeübte elektromotorische Kraft der Ausdruck

$$\Xi\,dx + H\,dy + Z\,dz = -A\mathfrak{u} - B\mathfrak{v} - \Gamma\mathfrak{w}.$$

Setzen wir:

$$\mathfrak{u} = \frac{da}{dt},\ \mathfrak{v} = \frac{db}{dt},\ \mathfrak{w} = \frac{dc}{dt}$$

so ergiebt sich für die während der Zeit dt ausgeübte elektromotorische Kraft

$$(\Xi\,dx + H\,dy + Z\,dz)\,dt$$
$$= -A\,da - B\,db - \Gamma\,dc$$

Gehört das Element ds einem geschlossenen Leiterringe an, so wird die gesammte elektromotorische Kraft, welche in diesem ganzen Ringe während der kleinen Zeit dt durch die Bewegung des Magnetpols inducirt wird gegeben sein durch

$$\left\{\Sigma(\Xi dx + H dy + Z dz)\right\} dt$$
$$= -\Sigma A da - \Sigma B db - \Sigma \Gamma dc$$

Die auf der rechten Seite dieser Formel stehenden Summen ΣA, ΣB und $\Sigma \Gamma$ sind aber nichts anderes, als die Componenten der elektromagnetischen Wirkung, welche von dem von einem Strom von der Stärke 1 durchflossenen Leiterringe ausgeübt werden auf den magnetischen Punkt μ. Diese Componenten lassen sich aber darstellen durch die negativen Differentialquotienten eines von dem Leiterring auf den magnetischen Punkt ausgeübten Potentiales V, so daß wir erhalten:

$$\left\{\Sigma(\Xi dx + H dy + Z dz)\right\} dt$$
$$= \frac{dV}{da} da + \frac{dV}{db} . db + \frac{dV}{dc} . dc$$
$$= dV.$$

Es ist also die von dem magnetischen Pol bei seiner Bewegung inducirte elektromotorische Kraft gleich dem Zuwachs, welchen das Potential V bei dieser Bewegung erleidet.

Es ergiebt sich hieraus der Satz, von welchem Weber bei der Begründung der Theorie der unipolaren Induktion ausgeht und welcher hier nur der Vollständigkeit wegen abgeleitet worden ist:

Wenn ein Magnetpol in einer geschlossenen Curve sich bewegt, so ist die während eines Umlaufs in einem ruhenden geschlossenen Drathring inducirte elektromotorische Kraft gleich

Null, wenn die Bahn des magnetischen Punkts jenen Drathring nicht umschlingt, dagegen gleich

$$-4\pi\mu$$

wenn der magnetische Punkt die Fläche des Drathrings bei einem Umlauf einmal durchbricht; hiebei ist vorausgesetzt, daß diese Durchbrechung in der Richtung der positiven Flächennormale erfolgt.

Die zweite der angeführten Transformationen der für die Componenten der elektromotorischen Kraft gegebenen Ausdrücke ergiebt sich in folgender Weise; setzen wir wieder die Componenten der Geschwindigkeit des magnetischen Punktes

$$\mathfrak{u} = \frac{da}{dt}, \mathfrak{v} = \frac{db}{dt}, \mathfrak{w} = \frac{dc}{dt}$$

so ergiebt sich für die während der Zeit dt ausgeübten Componenten der elektromotorischen Kraft:

$$\Xi dt = A\mu \frac{(y-b)dc - (z-c)db}{r^3}$$

$$H dt = A\mu \frac{(z-c)da - (x-a)dc}{r^3}$$

$$Z dt = A\mu \frac{(x-a)db - (y-b)da}{r^3}$$

Denken wir uns das von dem Pole μ in der Zeit dt durchlaufene Wegelement durchflossen von einem Strome von der Stärke 1, und bezeichnen wir die Componenten der Kraft, welche

von diesem Stromelement ausgeübt würde auf ein an der Stelle xyz befindliches magnetisches Theilchen $+1$, durch A, B, C, so finden, wie man leicht sieht die Beziehungen statt:

$$\Xi dt = -\mu A, \quad H dt = -\mu B, \quad Z dt = -\mu C.$$

In dem Fall der unipolaren Induktion, sowie überhaupt in jedem Fall, in welchem der inducirende Magnet in einem der Axe nach magnetisirten Rotationskörper besteht, der um diese Axe in Rotation versetzt wird, wird nun immer eine ganze Reihe magnetischer Punkte sich so bestimmen lassen, daß sie bei ihrer Bewegung sich längs eines und desselben um die Axe beschriebenen Kreises verschieben. Wir werden überdieß bei gleichförmiger Magnetisirung annehmen können, daß der in den einzelnen Polen koncentrirte Magnetismus in allen Punkten ein und desselben Kreises derselbe sei, sowie daß diese Pole auf der Peripherie des Kreises gleichförmig vertheilt seien. Unter diesen Voraussetzungen können wir uns aber die Zeit dt stets so gewählt denken, daß das von einem Punkte während dieser Zeit durchlaufene Linienelement gleich dem Abstande zweier benachbarter dem Kreise angehörender Polpunkte ist. Es soll unter dieser Voraussetzung die elektromotorische Kraft bestimmt werden, welche von allen auf dem betrachteten Kreis vertheilten magnetischen Polen zusammengenommen in der Zeit dt auf den Punkt xyz ausgeübt wird. Die Componenten dieser elektromotorischen Kraft sind:

$$\Sigma \Xi dt = -\mu \Sigma A, \qquad \Sigma H dt = -\mu \Sigma B$$

$$\Sigma Z dt = -\mu \Sigma C$$

ΣA, ΣB, ΣC sind offenbar nichts anderes, als die Componenten derjenigen Kraft, welche von allen Elementen des betrachteten Kreises zusammengenommen auf einen an der Stelle xyz befindlichen magnetischen Punkt + 1 ausgeübt wird, wenn wir uns den Kreis in der Richtung der Drehung durchflossen denken von einem Strome von der Stärke + 1. Diese Componenten lassen sich aber darstellen durch die negativen Differentialquotienten des Potentiales Ω, welches unter den angenommenen Verhältnissen von dem Kreise auf den Punkt xyz ausgeübt wird. Wir erhalten somit:

$$\Sigma \Xi dt = \mu \frac{d\Omega}{dy}, \Sigma H dt = \mu \frac{d\Omega}{dy}$$

$$\Sigma Z dt = \mu \frac{d\Omega}{dz}.$$

Für die elektromotorische Kraft, welche auf irgend einen linearen Leiter s während der Zeit dt ausgeübt wird, ergiebt sich der Werth

$$\mu \int \frac{d\Omega}{dt} . ds = \mu \{ \Omega_1 - \Omega_0 \}$$

wenn Ω_1 den Werth des Potentiales Ω_0 im Endpunkte des Leiters Ω_0 den Werth im Anfangspunkte desselben bezeichnet.

Es ergeben sich hieraus die folgenden Sätze:

1. Ein um seine Axe rotirender cylindrischer Magnet übt auf einen festliegenden linearen Leiter eine elektromotorische Kraft aus, welche allein abhängt von der Lage der Endpunkte dieses Leiters.

2. Ein um seine Axe rotirender cylindrischer Magnet übt auf eine festliegende geschlossene Leiterbahn keine elektromotorische Wirkung aus.

3. Wenn ein Kreis, auf dessen Peripherie die magnetische Masse m gleichförmig vertheilt ist, um eine durch seinen Mittelpunkt gegen seine Ebene senkrecht hindurchgehende Axe in Rotation versetzt wird, so ist die gesammte elektromotorische Kraft, welche bei einer Umdrehung in einer geschlossenen den Leiter einmal umschlingenden Leiterbahn inducirt wird, gleich

$$-4\pi m$$

Hiebei ist vorausgesetzt, daß auf dem linearen Leiter eine Grundrichtung in der Weise markirt sei, daß dieselbe bei der Durchdringung der Kreisfläche mit der positiven Normale der letzteren zusammenfällt.

II. Induction eines ruhenden Magnetpols auf einen rotirenden Leiter.

Bezeichnen wir durch a, b, c wie im Vorhergehenden die Coordinaten des magnetischen Punktes μ, durch xyz die Coordinaten des Punktes, für welchen die elektromotorische Kraft bestimmt werden soll, durch $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$ die Componenten der Geschwindigkeit dieses Punktes, so ergeben sich für die in irgend einem Momente inducirte elektromotorische Kraft die Componenten:

$$\Xi = A\mu \frac{(z-c)v-(y-b)w}{r^3}$$

$$H = A\mu \frac{(x-a)w-(z-c)u}{r^3}$$

$$Z = A\mu \frac{(y-b)u-(x-a)v}{r^3}$$

Sind ferner α, β, γ die Richtungscos. der Rotationsaxe, ω die Winkelgeschwindigkeit, so haben wir für u, v, w die Werthe zu setzen:

$$u = \omega(\gamma y - \beta z). \quad v = \omega(\alpha z - \gamma x)$$

$$w = \omega(\beta x - \alpha y)$$

Substituiren wir diese Werthe, so ergeben sich für die Componenten Ξ, H, Z die Ausdrücke:

$$\Xi = \frac{A\mu\omega}{r^3}$$

$$\cdot\left\{\begin{array}{l}\alpha[x(x-a)+y(y-b)+z(z-c)]\\ -x[\alpha(x-a)+\beta(y-b+\gamma(z-c)]\end{array}\right\}$$

. . . .

Hiernach ergiebt sich

1. Für die Componente der elektromotorischen Kraft *parallel* der Rotationsaxe:

$$A = \frac{A \mu \omega}{r^3}$$

$$\cdot \left\{ \begin{array}{l} [x(x-a) + y(y-b) + z(z-c) \\ -(\alpha x + \beta y + \gamma z)[\alpha(x-a) + \beta(y-b) \\ \qquad + \gamma z - c)] \end{array} \right\}$$

2. Die Componente nach der Richtung der Bewegung des Leiterpunktes xyz ist gleich Null.

3. Die Componente in der Richtung des nach dem Punkte xyz hinführenden zur Rotationsaxe senkrechten Radius Vektors ϱ ist

$$\Gamma = -\frac{A \mu \omega \varrho}{r^3} \{\alpha(x-a) + \beta(y-b) + \gamma(z-c)\}$$

Es ergeben sich hieraus die Sätze:

1. Die elektromotorische Kraft verschwindet, wenn der Punkt xyz auf der Rotationsaxe liegt.

2. Die der Rotationsaxe parallele Componente der elektromotorischen Kraft verschwindet, wenn der Leiterpunkt $x\ y\ z$ mit dem magnetischen Pol auf einer Parallelen zur Rotationsaxe liegt.

3. Die Componente in der Richtung des Radius Vektor verschwindet wenn der Punkt $x\ y\ z$ mit dem magnetischen Pol in einer und derselben zur Rotationsaxe senkrechten Ebene liegt.

4. Zwei auf einer durch den Punkt $x\ y\ z$ hindurchgehenden geraden Linie symmetrisch gegen denselben gelegene gleich starke Pole üben gleiche aber

entgegengesetzte elektromotorische Kräfte auf den Punkt $x\,y\,z$ aus.

Es mögen die vorhergehenden Formeln schließlich angewandt werden auf den speciellen Fall, daß der inducirende Pol auf der Rotationsaxe gelegen ist. Wir wollen gleichzeitig das Coordinatensystem so legen, daß die x Axe desselben mit der Rotationsaxe zusammenfällt. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich für die Componenten der auf den Punkt $x\,y\,z$ ausgeübten elektromotorischen Kraft die Werthe:

$$\Xi = \frac{A\mu\omega(y^2+z^2)}{r^3} = A\mu\omega\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{x-a}{r}\right)$$

$$H = -\frac{A\mu\omega y(x-a)}{r^3} = A\mu\omega\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{x-a}{r}\right)$$

$$Z = -\frac{A\mu\omega z(x-a)}{r^3} = A\mu\omega\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{x-a}{r}\right)$$

Ziehen wir durch den Punkt $x\,y\,z$ ein Linien-Element ds, dessen Projektionen auf die drei Coordinatenaxen dx, dy, dz sein mögen, so ergiebt sich für die auf dieses Element ausgeübte elektromotorische Kraft der Werth

$$\Xi dx + H dy + Z dz = A\mu\omega d\left(\frac{x-a}{r}\right)$$

Die auf irgend eine Linie von endlicher Länge ausgeübte elektromotorische Kraft wird somit gleich

$$A\mu\omega\left\{\frac{x_1-a}{r_1} - \frac{x_0-a}{r_0}\right\}$$

wenn x_1 und x_0 die Coordinaten des End- und Anfangspunktes der Linie sind, r_1 und r_0 die Entfernungen dieser Punkte von dem magnetischen Punkt μ.

Es ergeben sich hieraus die Sätze

1. Wenn eine Linie, um eine durch den magnetischen Pol μ hindurchgehende Axe rotirt, so ist die auf dieselbe ausgeübte elektromotorische Kraft allein abhängig von der Lage ihrer Endpunkte.

2. Die auf einen geschlossenen um die Axe rotirenden Leiterring ausgeübte elektromotorische Kraft ist gleich Null

3. Wenn ein geschlossener Leiter aus zwei Stücken A und B besteht, so ist die auf den vorwärts rotirenden Theil A ausgeübte elektromotorische Kraft ebenso groß wie die auf den Theil B ausgeübte, wenn dieser mit gleicher Geschwindigkeit rückwärts rotirt.

III. Die Plücker'schen Versuche.

Die Theorie dieser Versuche ergiebt sich mit größter Leichtigkeit aus den vorhergehenden Sätzen, wenn man noch den Grundsatz zu Hülfe nimmt, daß die durch die Bewegung inducirte elektromotorische Kraft sich jederzeit zusammensetzt aus zwei Theilen, der von dem bewegten Magnet in dem ruhend gedachten Leiter inducirten Kraft, und der durch den ruhend gedachten Magnet in dem bewegten Leiter inducirten Kraft.

Aus diesem Grundsatze ergiebt sich zunächst

die Bemerkung, daß die Drehung des Magnets bei den Plückerschen Versuchen ohne Einfluß ist, daß die ganze Wirkung hervorgebracht wird durch die Drehung des Cupfercylinders. Die Größe der in diesem letzteren inducirten elektromotorischen Kraft ergiebt sich in folgender Weise. Den Magnet ersetzen wir durch seine beiden Pole, deren Magnetismus durch $+\mu$ und $-\mu$ bezeichnet werden möge; dieselben liegen auf der x Axe des Coordinatensystems in dem Abstand a auf beiden Seiten des Anfangspunktes; die x Coordinaten der Ableitungsstellen A und B des Cupfercylinders seien x_1 und x_0; der Halbmesser des Cupfercylinders sei ϱ, die Entfernungen des Punktes A von den Polen des Magnets seien r_1 und s_1, die Abstände des Punktes B seien r_0 und s_0; die elektromotorische Kraft, welche längs einer jeden auf dem Mantel des Cylinders die Punkte A und B verbindenden Linie inducirt wird, ist gegeben durch

$$A\mu\omega\left\{\frac{x_1-a}{r_1}-\frac{x_1+a}{s_1}-\frac{x_0-a}{r_0}+\frac{x_0+a}{s_0}\right\}.$$

Da die Widerstände aller jener Linien gegen den Widerstand der übrigen Leitung zu vernachlässigen sind, so ist dieß gleichzeitig der Ausdruck der ganzen in dem Cylinder inducirten Kraft.

Für x_0 gleich Null, d. h. wenn der eine Ableitungspunkt in der Mitte zwischen den beiden Polen des Magnets liegt, wird die elektromotorische Kraft:

$$A\mu\omega\left\{\frac{2a}{r_0}-\frac{x_1+a}{s_1}+\frac{x_1-a}{r_1}\right\}.$$

und nähert sich bei wachsendem x_1 dem Grenzwerth

$$A\mu\omega\frac{2a}{r_0}$$

Ist

$$x_1 = a + l, \quad x_0 = a - l$$

d. h. liegt der Nordpol μ in der Mitte zwischen den beiden Ableitungsstellen, so ergiebt sich für die elektromotorische Kraft:

$$A\mu\omega\left\{\frac{2l}{r} - \frac{2a+l}{s_1} + \frac{2a-l}{s_0}\right\}$$

dieselbe erreicht ein Maximum wenn

$$\frac{2}{r^3} = \frac{1}{s_1{}^3} + \frac{1}{s_0{}^3}.$$

Einer ganz analogen Untersuchung lassen sich diejenigen Versuche unterwerfen, bei welchen die elektromotorische Kraft inducirt wird in einer Kreisscheibe, welche um die durch ihren Mittelpunkt senkrecht hindurchgehende Axe des Magnets in Rotation versetzt wird.

Wenn wir die Bezeichnungen des Vorhergehenden beibehalten, so ergiebt sich für die inducirte elektromotorische Kraft der Ausdruck:

$$A\mu\omega\left\{\frac{x-a}{r_1} - \frac{x+a}{s_1} - \frac{x-a}{r_0} + \frac{x+a}{s_0}\right\}$$

wobei nur zu bemerken ist, daß in dem vorliegenden Fall den beiden Ableitungsstellen A und

B dasselbe x, dagegen verschiedenes ϱ, nemlich ϱ_1 und ϱ_0 zukommt.

Die elektromotorische Kraft hängt wie man sieht wesentlich ab von dem Ausdruck

$$E = \frac{x-a}{r} - \frac{x+a}{s}$$

welcher seinerseits lediglich eine Funktion von ϱ sein wird, so lange die Scheibe dieselbe Entfernung vom Mittelpunkte des Magnets behält

Wenn $x > a$ ist, so hat E für $\varrho = 0$ und $\varrho = \infty$ den Werth Null und erreicht für einen zwischen diesen Grenzen liegenden Werth von ϱ ein Maximum. Die irgend zwei Ableitungspunkten A und B entsprechende elektromotorische Kraft ist gleich

$$E_1 - E_0$$

wenn E_1 den Werth des Ausdruckes E in dem Punkte A bezeichnet, E_0 den Werth desselben in dem Punkte B.

Wenn $x < a$, so ist für $\varrho = 0$

$$E = -2$$

für $\varrho = \infty$

$$E = 0.$$

Wird die Scheibe in ihrem Mittelpunkte abgeleitet, so ist die inducirte elektromotorische Kraft:

$$A\mu\omega\left\{2 - \frac{a-x}{r_1} + \frac{a+x}{s_1}\right\}.$$

ein Ausdruck, der bei gleichbleibendem Radius der Scheibe ein Maximum erreicht, wenn dieselbe sich in der Mitte zwischen den beiden Polen befindet.

IV. Die unipolare Induction Wilhelm Weber's.

Die unipolare Induktion unterscheidet sich von den im vorhergehenden betrachteten Fällen dadurch, daß der rotirende Magnet selber den beweglichen Theil der geschlossenen Leiterbahn bildet. Als elektromotorische Linien treten alle möglichen Linien auf, welche im Inneren des Magnets die beiden Ableitungsstellen A und B verbinden; die längs einer jeden solchen Linie entwickelte elektromotorische Kraft setzt sich wieder in jedem Augenblicke zusammen aus zwei Bestandtheilen, deren einer repräsentirt wird durch die von dem ruhend gedachten Magnetismus in den bewegten Leiterelementen inducirten Kraft, der andere durch die Kraft, welche die rotirenden magnetischen Theilchen in den ruhend gedachten Leiterelementen induciren.

Was den ersten Theil der elektromotorischen Kraft anbelangt, so werden wir zur Berechnung desselben von den im Vorhergehenden abgeleiteten Formeln Gebrauch machen können, wenn wir annehmen, daß auch für die elektromotorische Wirkung, welche der Magnet auf ein in seinem eigenen Inneren befindliches Leiterelement ausübt, die Ersetzung der unbekannten Vertheilung des Magnetismus im Innern durch zwei mit dieser äquivalente Pole gestattet ist. Zur weiteren Begründung dieser Annahme könnte der Satz benützt werden, daß die elektromotorischen Kräfte, welche von zwei gleichartigen aber entgegengesetzt zu dem betrachteten Leiter-

element liegenden magnetischen Theilchen herrühren, sich zerstören; allein es leuchtet ein, daß eine solche Begründung keinen Anspruch auf strenge Gültigkeit machen kann, da jener Satz sich nicht auf moleculare Entfernungen wie sie hier in Betracht kommen bezieht.

Für den zweiten Theil der elektromotorischen Kraft ergeben sich ganz dieselben Gesetze, welche schon von Weber aufgestellt worden sind, denn dieser zweite Theil ist nichts anderes, als jene unipolare Wirkung, welche Weber zum Fundament seiner Betrachtung gemacht hat. Allerdings ist mit Bezug auf diese Gesetze zu bemerken, daß sie hergeleitet sind auf Grund der Vorstellung von der Existenz zweier magnetischer Flüssigkeiten, und zwar unter Verhältnissen, bei welchen es von vornherein sehr zweifelhaft erscheint, ob die Ersetzung der wirklich stattfindenden Vorgänge durch jene idealen Fluida irgend welche Berechtigung besitzt. Wenn die Messungen Webers es wahrscheinlich machen, daß jene Ersetzung auch für die unipolare Induktion gestattet ist, so wird doch dadurch der Nachweis nicht überflüssig gemacht, daß dieselben Gesetze, welche von Weber auf Grund der idealen Vorstellung der magnetischen Flüssigkeiten abgeleitet worden sind, sich auch dann ergeben, wenn wir an Stelle der magnetischen Moleküle Ampèresche Molekularströme setzen, von deren realer Existenz wir gegenwärtig mit einer ungleich größeren Berechtigung sprechen dürfen, als der der magnetischen Flüssigkeiten; es würde dann an Stelle der unipolaren Induktion die Durchbrechung der Leiterbahn durch die Bahn des Ampèreschen Molekularstromes treten. Die Lösung *dieser Aufgabe soll* indeß für eine andere Mit-

theilung vorbehalten werden, welche sich gleichzeitig auch mit dem von Neumann besprochenen Fall unipolarer Induktion beschäftigen wird. Indeß möge mit Bezug auf diesen Fall schon jetzt Folgendes bemerkt werden. Wenn ein kreisförmiger Leitungsdrath um seine Axe in Rotation versetzt wird, während er von einem galvanischen Strom durchflossen ist, so ist klar, daß die Geschwindigkeiten mit welchen sich die beiden elektrischen Flüssigkeiten in der kreisförmigen Bahn bewegen, auch in dem Fall ungleiche sein werden, wenn sie von Hause aus gleich groß gewesen sind. Die Kräfte, welche in dem von Neumann angezogenen Falle auftreten, fallen also unter eine allgemeinere Classe von Kräften, nemlich unter diejenigen Kräfte, welche ausgeübt werden von einem geschlossenen Leitungsdrathe, in welchem die beiden Elektricitäten sich mit ungleicher Geschwindigkeit bewegen. Für diesen Fall wurde diese Nachrichten Jahrgang 1873 S. 536 nachgewiesen, daß der geschlossene Leiter auf einen elektrischen Massenpunkt ein Potential ausübt, welches gegeben ist durch:

$$A^2 . c . i \int_s \frac{ds}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial s} \cdot \frac{\partial r}{\partial s}.$$

Hier bezeichnet c den halben Unterschied der Geschwindigkeiten der beiden Elektricitäten, ds ein Element des von dem Strome i durchflossenen Leiters, r die Entfernung dieses Elements von dem Punkt für welchen das Potential berechnet werden soll.

Wenn nun auf experimentellem Wege sich ergeben sollte, daß ein ruhender von einem konstanten Strome durch-

flossener kreisförmiger Leiter auf einen ihm genäherten Leiter keine vertheilende Wirkung ausübt, daß aber eine solche Wirkung vorhanden ist, sobald jener Leiter um seine geometrische Axe in Rotation versetzt wird, so würde durch dieses Resultat die zwischen den verschiedenen Anschauungen bestehende Alternative zu Gunsten der Weber'schen Vorstellung entschieden sein, und zwar nicht allein gegenüber der Vorstellung von Edlund sondern auch gegenüber der von Neumann vertretenen unitarischen Anschauung, der zufolge das eine Fluidum als im Innern des Leiters ruhend betrachtet wird.

Die Entscheidung dieses Punktes möge für eine künftige Mittheilung vorbehalten werden, und es soll zum Beschlusse der gegenwärtigen Betrachtungen nur noch auf den Unterschied aufmerksam gemacht werden, welcher zwischen der im Vorhergehenden vorgetragenen Auffassung der unipolaren Induktion und derjenigen besteht, welche z. B. in Beers Lehrbuch sich findet und welche auch sonst verbreitet sein dürfte. Wenn wir die ganze leitende Bahn zerlegen in zwei Theile A und B, von welchen der erste mit dem Magnet gleichzeitig rotirt, der zweite B ohne Unterbrechung der leitenden Verbindung sich in Ruhe befindet, so findet nach Beer die Induktion statt in dem Theile B; nach dem Vorhergehenden aber findet eine Induktion statt sowohl in B als in A, so zwar, daß die auf B ausgeübten elektromotorischen Kräfte im Falle der Plücker'schen Versuche zerstört werden durch einen Theil *derjenigen Kräfte*, welche in A inducirt werden,

und daß demnach die allein übrigbleibenden wirksamen Kräfte ihren Sitz gerade in dem Leitertheil A haben.

Der Gegensatz tritt noch schärfer hervor, wenn wir den Fall der unipolaren Induktion ins Auge fassen und dabei nicht einen geschlossenen leitenden Kreis herstellen dadurch, daß wir zwei Punkte des Magneten durch einen Schließungsdrath verbinden, sondern wenn wir den Magnet für sich rotiren lassen; nach Beer würde dann gar keine Wirkung eintreten; nach der vorhergehenden Theorie würde in jedem Punkt im Inneren des Magnets eine elektromotorische Kraft inducirt; diese Kraft wäre gleich der Differenz derjenigen elektromotorischen Kräfte, die inducirt werden von dem bewegten Magnetismus in dem ruhenden Leiterelement und von dem ruhenden Magnetismus in dem bewegten Leiterelement, und es würde somit auf der Oberfläche des Magnets eine statische Vertheilung der Elektricität eintreten entsprechend jenen inneren elektromotorischen Kräften. Dabei ergiebt sich aus den Versuchen Webers, daß im Allgemeinen die Wirkung der Kräfte erster Art bedeutend überwiegen muß über die der zweiten Art. Es ist von Interesse zu bemerken, daß die Oberfläche der Erde unter der Wirkung dieser Kräfte eine negative Ladung annehmen muß, welche sie nach den Messungen von Hankel in der That besitzt.

Beiträge zur Anatomie der Crinoideen.

Von

Dr. Hubert Ludwig.

(Vorgelegt von Ehlers).

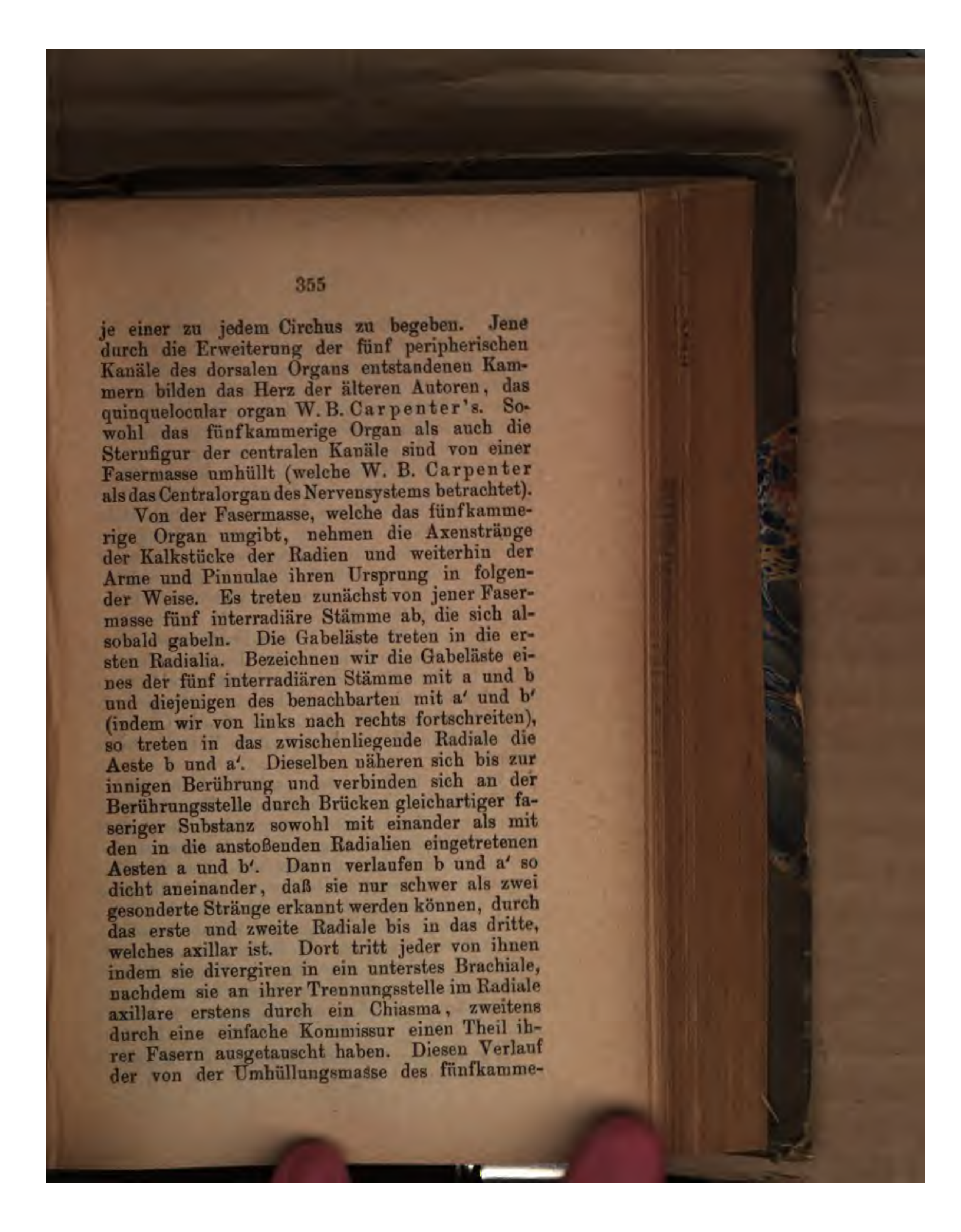
IIter Artikel.

Am Schlusse der Mittheilungen über die Anatomie der Arme der Crinoideen [1]) stellte ich ebensolche über den Bau der Scheibe in Aussicht, welche im Folgenden enthalten sind. Vorausschicken möchte ich denselben die Bemerkung, daß ich auch hier wieder nur eine Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen veröffentliche, indessen die eingehende Erörterung zahlreicher Einzelheiten, sowie auch der Resultate anderer Forscher auf die ausführliche Publikation verschiebe. Angestellt wurden die Untersuchungen zum weitaus größten Theile an Antedon rosaceus (= Comatula mediterranea), zum geringeren Theile an Antedon Eschrichtii, welch' letztere Art keine wesentliche Differenzen von jener erkennen ließ. Methode der Untersuchungen war Präparation unter der Loupe und vor allem Anfertigung von Schnitten und Schnittserien in verschiedenen Richtungen sowohl durch die ganze Scheibe als durch einzelne Theile derselben.

Nicht genau in der dorsoventralen Axe der Scheibe, umgeben von dem gewundenen Darm und aufgehängt in die Maschenräume der Leibeshöhle findet sich ein gelapptes Organ (= axial prolongation W. B. Carpenter). Dieses Organ erstreckt sich dorsalwärts nach dem Mittelpunkte desjenigen Abschnittes der Leibeshöhle,

1) *Diese Nachrichten* 1876, No. 5. p. 105—114.

welcher direct den Kalkgliedern des Kelches aufliegt. Dort zwischen den nach innen gedrängten ersten Radialien ist die Leibeshöhle durchsetzt von zahlreichen, meist verkalkten Bindegewebssträngen. Nachdem obiges Organ, welches wir einfach und ohne auf seine fragliche physiologische Bedeutung Bezug zu nehmen das dorsale nennen wollen, auch jenes verkalkte Maschengewebe zwischen den ersten Radialien durchsetzt hat, tritt es an die aus der Umwandlung der Basalia entstandene Rosette. Macht man in jener Gegend einen Querschnitt durch dasselbe, so erkennt man seine Zusammensetzung aus einer größeren Anzahl dicht nebeneinander verlaufender Kanäle. Durch den Mittelpunkt der Rosette tritt das dorsale Organ, welches schon vorher die gelappte Gestalt in eine strangartige verändert hat, in das Centrodorsalstück ein. Hierselbst verhalten sich die dasselbe zusammensetzenden Kanäle ungleich. Die fünf am meisten peripherisch und in Bezug auf die Orientirung des ganzen Thieres radiär gelegenen Kanäle erweitern sich in sehr beträchlicher Weise und bilden fünf sich seitlich innig berührende Kammern, während in ihrer Mitte und rings von ihnen umschlossen die übrigen, nicht erweiterten Kanalräume verlaufen. Unterhalb der Erweiterung der fünf äußeren Kanäle biegen die centralen Kanäle aus ihrer verticalen Richtung um in eine horizontale und legen sich zugleich in fünf Gruppen zusammen, sodaß sie von der Dorsalseite oder von der Ventralseite betrachtet die Figur eines fünfstrahligen Sternes gewähren, dessen Spitzen radiär gestellt sind. Von den Spitzen der Sternfigur treten die Kanäle wieder aus einander und verlaufen durch die Dicke des Centrodorsalstückes um sich



je einer zu jedem Circhus zu begeben. Jene durch die Erweiterung der fünf peripherischen Kanäle des dorsalen Organs entstandenen Kammern bilden das Herz der älteren Autoren, das quinquelocular organ W. B. Carpenter's. Sowohl das fünfkammerige Organ als auch die Sternfigur der centralen Kanäle sind von einer Fasermasse umhüllt (welche W. B. Carpenter als das Centralorgan des Nervensystems betrachtet).

Von der Fasermasse, welche das fünfkammerige Organ umgibt, nehmen die Axenstränge der Kalkstücke der Radien und weiterhin der Arme und Pinnulae ihren Ursprung in folgender Weise. Es treten zunächst von jener Fasermasse fünf interradiäre Stämme ab, die sich alsobald gabeln. Die Gabeläste treten in die ersten Radialia. Bezeichnen wir die Gabeläste eines der fünf interradiären Stämme mit a und b und diejenigen des benachbarten mit a' und b' (indem wir von links nach rechts fortschreiten), so treten in das zwischenliegende Radiale die Aeste b und a'. Dieselben näheren sich bis zur innigen Berührung und verbinden sich an der Berührungsstelle durch Brücken gleichartiger faseriger Substanz sowohl mit einander als mit den in die anstoßenden Radialien eingetretenen Aesten a und b'. Dann verlaufen b und a' so dicht aneinander, daß sie nur schwer als zwei gesonderte Stränge erkannt werden können, durch das erste und zweite Radiale bis in das dritte, welches axillar ist. Dort tritt jeder von ihnen indem sie divergiren in ein unterstes Brachiale, nachdem sie an ihrer Trennungsstelle im Radiale axillare erstens durch ein Chiasma, zweitens durch eine einfache Kommissur einen Theil ihrer Fasern ausgetauscht haben. Diesen Verlauf der von der Umhüllungsmasse des fünfkamme-

rigen Organs abtretenden Faserstränge hat W. B. Carpenter mit Ausnahme der Verhältnisse im Radiale axillare von jungen und erwachsenen Thieren bereits kurz, aber richtig beschrieben. Eine erneuerte ausführliche Beschreibung ist aber dennoch nöthig geworden, da die späteren Angaben von Greeff nicht mit denjenigen Carpenter's übereinstimmen. Von Interesse erscheint ferner, daß mit Hinzunahme des Verhaltens der Faserstränge im dritten Radiale sich für den Verlauf derselben in den Kalkstücken des Kelches von Antedon rosaceus im Wesentlichen dieselbe schematische Figur ergibt, welche Beyrich[1]) für ihren Verlauf bei Encrinus liliiformis veröffentlicht hat.

Von der faserigen Umhüllungsmasse der Sternfigur der centralen Kanäle des dorsalen Organs, welche mit der das fünfkammerige Organ umgebenden ein Continuum bildet, treten gleichfalls Faserstränge ab, welche die zu den Cirrhen tretenden Kanäle in ihrem ganze Verlaufe umhüllen.

Von den fünf Kammern sah ich keine deutlichen Kanäle in die abgehenden Faserstränge eintreten. Ventralwärts vereinigen sich die sämmtlichen Kanäle des dorsalen Organs zu einem einzigen Hohlraum desselben. Das dorsale Organ steigt weiterhin bis gegen den Anfangstheil des Darmes auf und steht wie ich mich auf das Bestimmteste überzeugen konnte in offenem Zusammenhang mit den Blutgefäßen, welche in reicher Zahl und (wie bei den übrigen Echinodermen) durch ungemein häufige Anastomosen miteinander verbunden, den Darmkanal umspinnen. W. B. Carpenter und Greeff haben

1) E. Beyrich, Ueber die Crinoideen des Muschelkalks. Abhdlgn. d. k. Ak. zu Berlin 1857. T. I. Fig. 12.

einen solchen Zusammenhang des dorsalen Organs mit den Blutgefäßen nicht erkannt. Carpenter läßt das eine Mal die Generationsorgane, das andere Mal (in seiner letzten Publikation) den von ihm gemuthmaßten oralen Nervenring mit demselben in wahrscheinlichem Zusamenhang stehen; beide Vermuthungen finden durch meine Beobachtungen keinerlei Bestätigung. Was die Bedeutung des dorsalen Organs angeht, so ist aus dem Mitgetheilten ersichtlich, daß die Auffassung desselben als eines Centralapparates der Ernährungsflüssigkeit sich am besten mit den anatomischen Thatsachen vereinbart.

Ueber den Verlauf des Darmkanals habe ich den älteren Angaben nichts hinzuzufügen. Interessant ist, daß die gelbbraunen Kugeln, die bisher nur bekannt waren aus der Umgebung der Tentakelrinnen (calcareous glands W. Thomson, corps sphériques Perrier, saccular organs W. B. Carpenter) auch in der Darmwandung sich finden. Ueber den Bau der Darmwand, sowie auch der Analröhre verweise ich auf meine ausführliche Abhandlung.

Von den Hohlräumen des Armes setzen sich alle in die Scheibe fort. Das Nervengefäß verläuft immer in derselben Lage dicht unter dem Nerven bis zum Mund und mündet dort in einen Blutgefäßring, welcher zwischen dem Nervenring und dem Wassergefäßring den Mund umkreist. Der Nervenring, dessen Existenz W. B. Carpenter und H. Carpenter für ungewiß erklären ist vorhanden, und verhält sich bei gleicher Struktur zum Epithel des Mundeinganges wie der Radiärnerv zum Epithel der Tentakelrinne.[1]) Der Blutgefäßring ist kein einfaches

1) Wie schon aus meinem ersten Artikel hervorgeht, ist der von mir beschriebene Nerv nicht identisch mit

Ringgefäß, wie Greeff anzunehmen scheint, sondern trägt kleinere und größere, schlauchförmige, blindgeschlossene Aussackungen, welche in die Maschen der Leibeshöhle herab hängen. Einzelne dieser Aussackungen nehmen eine stärkere Entwicklung an und werden zu einem dichten Knäuel von Hohlräumen. Sonach läßt sich der orale Blutgefäßring der Crinoideen vergleichen mit der von Semper beschriebenen Schlundkrause bei den Holothurien und mit dem Ringkanal nebst den anhängenden braunen Körpern Tiedemann's bei den Asterien.

Der Wassergefäßring besitzt eine kräftig entwickelte Längsmuskulatur. Er ist ferner durchsetzt von muskulösen Fäden, die im Allgemeinen in dorsoventraler Richtung verlaufen und übereinstimmen mit den Muskelfäden in den radiären Wassergefäßstämmen. In allen untersuchten Exemplaren fand sich der Wassergefäßring stark comprimirt in der dorsoventralen Richtung. Von ihm entspringen: erstens die Mundtentakel, welche im Gegensatz zu den Tentakeln der Radien alle neben einander, nicht in Gruppen von je dreien, sich erheben und auch durch das Fehlen der Papillen sich von jenen unterscheiden; zweitens die radiären Wassergefäßstämme; drittens die von mir zuerst beschriebenen ungemein zahlreichen in die Maschen der Leibeshöhle herabhängenden Schläuche, die ich den Steinkanälen der übrigen Echinodermen gleichwerthig erachte. Dieselben sind nicht blind geschlossen (W. B. Carpenter nennt sie in seiner neueren Arbeit caecal tubuli) sondern wie ich bereits früher her-

demjenigen von Greeff, sowie auch dessen Identificirung seines Nerven mit der Perrier'schen «bandelette musculaire» eine irrthümliche ist. Auch auf den Gegensatz der Darstellung Greeff's zu der meinigen vom Baue der

vorhob, offen. Was W. B. Carpenter als Wassergefäßring beschreibt ist in Wirklichkeit nur ein Theil der Leibeshöhle und zwar derjenige Theil, welcher sich in die Ringlippe des Mundes hineinerstreckt und von der übrigen Leibeshöhle durch stärkere Entwicklung der durchsetzenden Bindegewebszüge schärfer sondert. Die Entstehungsgeschichte, welche W. B. Carpenter von dem Wassergefäßringe gibt, bezieht sich gleichfalls in Wirklichkeit auf jenen Abschnitt der Leibeshöhle. Daß Carpenter den wahren Ringkanal des Wassergefäßsystemes des erwachsenen Thieres nicht erkannt hat, beweisen meine Untersuchungen und daß er ihm auch bei der Larve unbekannt blieb, geht aus den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Götte hervor. [1])

Ueber den Verlauf des Canalis subtentacularis und des Canalis cöliacus innerhalb der Scheibe habe ich nur die Angaben Carpenter's zu bestätigen. Ueber die Endigung des Genitalstranges, der selbst in einer dritten Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme liegt, im Innern der Scheibe lassen meine Untersuchungen noch eine Lücke.

Die zahlreichen (schon von Joh. Müller bei Pentacrinus gesehenen) Oeffnungen auf der Scheibe führen zunächst in je eine kugelige Erwei-

Genitalschläuche in den Pinnulä möchte ich aufmerksam machen.

1) Die Stelle Perrier's, welche Greeff anführt, um zu zeigen, daß der Ringkanal des erwachsenen Thieres schon jenem Forscher bekannt gewesen und nicht von mir zuerst beschrieben sei, war mir als ich meine vorläufige Mittheilung in die Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXVI p. 361 schrieb, sehr wohl bekannt. Aber so wenig wie damals kann sie mich jetzt davon überzeugen, daß Perrier den Ringkanal aus eigener Anschauung kenne. Lese

terung, an welche sich ein engerer Kanal anschließt, der direct in die Leibeshöhle mündet. Die Oeffnung und die kugelige Erweiterung sind von einem Cylinderepithel ausgekleidet, welches in letzterer mächtige Wimpern trägt und allmälig übergeht in das ganz niedrige, nicht wimpernde Epithel der Kanäle. Indem ich eine Reihe weniger wichtiger Punkte an dieser Stelle ganz unerwähnt lasse, z. B. die Verkalkungen in den Weichtheilen der Scheibe, den Bau der oralen Pinnulae, der Cirrhen etc. schließe ich diese vorläufigen Mittheilungen indem ich in einer Anmerkung zur Orientirung des Lesers die neuerdings erschienenen Aufsätze über Anatomie der Crinoideen zusammenstelle.[1])

Göttingen, 15. Juni 1876.

---

ich die betreffende Stelle im Zusammenhang, so habe ich stets den Eindruck als behaupte er eben nur den Ringkanal als etwas bei den Echinodermen, mithin auch bei den Crinoideen, Selbstverständliches. Hat Perrier den Ringkanal wirklich gesehen, so ist es mir unbegreiflich daß er von den anhängenden Schläuchen nichts erwähnt, die viel leichter zu erkennen sind als jener. Ferner sagt Perrier, dessen Beobachtungen über die Anatomie der Scheibe, wie er selbst andeutet, keine tiefgehenden sind, daß die Mundtentakel entspringen «du bord externe de l'anneau vasculaire qui entoure la bouche» — in Wahrheit entspringen sie aber gerade umgekehrt von dem inneren Rande des Wassergefäßringes. Daß Thomson und Carpenter bei den Jugendstadien einen Ringkanal beschrieben hatten, war mir gleichfalls bekannt, weshalb ich ausdrücklich sagte, «bei den erwachsenen Thieren» sei er von Niemanden bis jetzt aufgefunden. Daß auch andere als ich den Nachweis eines Wassergefäßringes durch Perrier für nicht erbracht hielten, geht endlich daraus hervor, daß Semper denselben trotzdem er die Arbeit Perrier's kannte ausdrücklich in Abrede stellte.

1) Diese sämmtlichen Aufsätze erhielt ich erst nach der Publikation meines Artikels vom 5. Febr. 1876. Für

Zur Physiologie und Histologie des Centralnervensystems von Helix pomatia.

Von

Dr. **Hermann v. Ihering.**

(Vorgelegt von Ehlers).

Zur Ergänzung von vergleichend-anatomischen Untersuchungen über das Nervensystem der Mollusken habe ich in letzterer Zeit einige Experimente und histologische Untersuchungen an Helix pomatia angestellt, deren Resultate ich in den folgenden Zeilen mittheile, da sich die Veröffentlichung resp. Ausarbeitung der betr. Abhandlung möglicherweise verzögern dürfte, in meinem Buche aber nur die Ergebnisse dieser Untersuchungen Platz finden können. Von einer genauen Begründung meiner Literaturangaben sehe ich in dieser nur vorläufigen Mittheilung ab.

Es galt zunächst, die physiologische Dignität der einzelnen Ganglien, resp. Ganglien-

die freundliche Zusendung sage ich den Herrn Verfassern besten Dank.

1. W. B Carpenter. On the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Proceedings of the Royal Society, No. 166. 1876. p. 211—231. pl. 8—9.
2. R. Greeff. Ueber den Bau der Crinoideen. Sitzungsber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Natw. zu Marburg, No. 1. 1876. (Sitzg. vom 13. Jan.) p. 16—29.
3. W.B. Carpenter. Supplemental-Note zu obigem Aufsatz. Ebendort No. 169. 1876.
4. P. Herbert Carpenter. Remarks on the Anatomy of the Arms of the Crinoids. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. X. April 1876. p. 571—585.
5. Al. Götte. Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Comatula mediterranea. Arch. f. microsc. Anat. Bd. XII, *1876. p.* 583—648. Taf. XXV—XXVIII.

gruppen zu ermitteln. Die morphologische Untersuchung des Centralnervensystemes der Mollusken zeigt, daß die Mehrzahl der Nerven gemischte sind, insofern nämlich ihre Fasern nur zum Theil aus dem Ganglion stammen, von welchem der betreffende Nerv abtritt, zum anderen Theile aber durch Vermittlung der Commissuren aus anderen Ganglien entspringen. Dieser Umstand hatte schon früheren Forschern die Vermuthung erregt, daß die drei in morphologischer Hinsicht zu unterscheidenden Gangliengruppen verschiedene physiologische Bedeutung haben möchten, so zwar daß die cerebralen Ganglien die sensibeln, die Pedalganglien die motorischen, und die Visceralganglien sympathische oder trophische Ganglienzellen enthielten. War diese Vermuthung richtig, so mußte die Durchschneidung der cerebropedalen und der cerebrovisceralen Commissuren das Erlöschen der Sensibilität in den von der unteren Schlundganglienmasse innervirten Körpertheilen zur Folge haben, d. h. es dürften dann äußere Reize nicht mehr zur Auslösung von Reflexvorgängen führen. Der Erfolg der Operation entsprach dieser Voraussetzung nicht. Nach Durchschneidung der Schlundcommissuren erfolgte keinerlei Alteration der Sensibilität. Entscheidend war dieses Ergebniß an und für sich noch nicht, da noch die Annahme einer Fortleitung des Erregungszustandes durch die Gewebe in Betracht kommen konnte. Um in dieser Hinsicht Klarheit zu gewinnen, wurde die Exstirpation der ganzen unteren Schlundganglienmasse vorgenommen. Wurde nunmehr die Haut am Fuße oder am Mantelrande durch den Stich mit einer Nadel gereizt, so erfolgte auch noch eine Reaction durch Contraction

der betreffenden Hautpartie, allein diese Contraction blieb auf die gereizte Stelle und ihre nächste Umgebung beschränkt. Im ersteren Falle dagegen, in welchen nur die Schlundcommissuren durchschnitten waren, hatte die Reizung des Mantelrandes auch die Contraction des Spindelmuskels zur Folge, der räumlich in gar keinen Zusammenhange mit dem Mantel steht, wohl aber ebenso wie dieser von Visceralganglien innervirt wird, und bei Reizung einer beliebigen Stelle des Fußes traten auch an weit entfernten Stellen desselben Contractionen ein, ja selbst in dem Mantelrande. Diese Beobachtungen, zu denen noch die durch directe Reizung der pedalen und visceralen Ganglien gewonnenen hinzukommen, stellen wohl das Resultat außer Zweifel, daß die einzelnen Centren nicht specifischen Funktionen vorstehen, sondern daß jedes von ihnen sowohl sensibeln als auch motorischen Nervenfasern Ursprung giebt. Mit diesem Ergebnisse stehen auch die Befunde der histologischen Untersuchung im Einklange, aus denen hervorgeht, daß die verschiedenen Sorten von Ganglienzellen in ihrem Vorkommen nicht auf bestimmte Ganglien beschränkt sind, sondern in jedem derselben neben einander vorkommen. Dieses Resultat steht im Einklange mit den Ansichten von G. Walter und Trinchese, welche die großen Zellen als motorische, die kleinen als sensible in Anspruch nehmen. Haben die Ansichten der genannten Forscher, die mit Recht keine allgemeine Billigung erfuhren, durch die mitgetheilten Versuche jedenfalls keinen Widerspruch erfahren, so wird man doch einräumen müssen, daß diese Frage über das Stadium mehr oder minder wahrscheinlicher Vermuthungen noch nicht hinausgekommen ist.

Vielleicht sind die im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen im Stande in dieser Hinsicht einen Fortschritt anzubahnen. Ich habe nämlich an zahlreichen, meist recht großen Ganglienzellen bei Helix Axencylinderfortsätze gefunden. Der Zusammenhang derselben mit peripherischen Nervenfasern konnte noch nicht constatirt werden, ist jedoch sehr wahrscheinlich, da keine Theilungen beobachtet wurden, und die Dimensionen beider Theile übereinstimmen. Neben diesen kommen verästelte den Protoplasmafortsätzen zu vergleichende Fortsätze vor, sowie andere sehr feine, welche ihrer Dicke nach einer einzigen Fibrille entsprechen. Mag nun der Modus der Entstehung der Nervenfaser der Evertebraten immerhin für die meisten Fälle so sein, wie er von der Mehrzahl der Autoren angegeben wird, wonach nämlich eine Anzahl aus verschiedenen Ganglienzellen stammender Fibrillen zu einer Nervenfaser zusammentreten, so kommen bei Helix daneben auch Axencylinderfortsätze vor, und der Punkt verdient jedenfalls weitere Beachtung, da die Vermuthung nahe liegt, daß von den beiden Arten von Nervenfasern, die einen, und zwar wohl die mit dem Axencylinderfortsatz zusammenhängenden, motorische, die anderen sensibele Fasern seien.

Hinsichtlich des feineren Baues der Nervenfasern bin ich zu einem anderen Ergebnisse gelangt, als die letzten Forscher über das Nervengewebe der Gastropoden. Während nämlich die Mehrzahl der Autoren wie Boll u. a. dem Vorgange von Leydig und Waldeyer folgend, der Nervenfaser eine fibrilläre Structur zuschreiben, stellten Buchholz und Solbrig das Vorhandensein deutlicher Fibrillen in der

Nervenfaser in Abrede. Die Ursache weshalb Solbrig die Fibrillen nicht erkannt liegt wahrscheinlich an den zu geringen von ihm angewandten Vergrößerungen. Ich finde dieselben nämlich sehr deutlich ausgebildet. Am besten eigenen sich zur Untersuchung Nerven, welche 3 Tage in 0,2°/₀ ger Ueberosmiumsäure gelegen haben, doch sind sie auch nach Behandlung mit Chromsäure oder Alcohol deutlich. Nachdem ich mit dem Aussehen der Nervenfasern hinreichend vertraut geworden, gelang mir es auch an frischen feinen Nerven in den Fasern die Fibrillen zu erkennen, die mithin präexistiren. Die meisten Nervenfasern sind 0,007 Mm. dick, doch fand ich auch einmal eine 0,016 Mm. dicke, deren Scheide auch entsprechend dicker war. Die Dicke der Fibrillen maß ich zu 0,0011 Mm. In der structurlosen Scheide vermochte ich Kerne nicht mit Sicherheit nachzuweisen, oder es ist doch wenigstens ihre Zahl eine sehr beschränkte. Ebensowenig konnte zwischen den Fibrillen eine körnige interfibrilläre Substanz erkannt werden. Die Nervenfasern von Helix sind daher Fibrillenbündel, welche von einer structurlosen Scheide umschlossen werden. Durch den Nachweis des fibrillären Baues der Nervenfasern der Gastropoden wird das letzte Hinderniß beseitigt, welches der schon von Max Schultze befürworteten einheitlichen Auffassung der Nervenfaser aller höherorganisirten Thiere, resp. also der Homologisirung der Nerverfasern der Evertebraten mit den einfach-contourirten marklosen Nerverfasern der Wirbelthiere im Wege stand. Denn wenn noch Hermann, trotz der durch seine Untersuchungen gegebenen Bestätigung, sich der Ansicht Max Schultze's nicht völlig anschließen konnte, so

lag der Grund eben in den entgegenstehenden, aber nunmehr beseitigten Angaben von Buchholz und Solbrig über den Bau der Nervenfaser bei den Gastropoden.

Göttingen, Ende Mai 1876.

Universität.

S. Excellenz der Herr Staatsminister Dr. Falk hat bestimmt, daß der ordentliche Prof. Hofrath Dr. Grisebach vom 1. April d. J. ab aus der medicinischen Facultät auszuscheiden und in die philosophische Fakultät unter Uebernahme der in dieser von dem Hofrath Dr. Bartling bekleideten Professur der Botanik einzutreten hat. Zugleich ist dem Hofrath Dr. Grisebach definitiv die Direction des botanischen Gartens unter Gewährung der damit verbundenen Dienstwohnung übertragen.

Auf Ersuchen der Vorbereitungs-Kommission für den XV »Nederlandsh Taal- en Letterkundig Congres« theilen wir mit daß dieser Congreß am Montag, Dienstag und Mittwoch 28., 29. und 30. August 1876 zu Brüssel statthaben soll.

Als Verhandlungsgegenstände sind bezeichnet: A. Nederlandsche Taal- en Letterkunde; B. Nederlandsche Geschiedenis en Oudheidkunde; C. Nederlandsch Tooneel en Nederlandschen Zang; D. Nederlandsche Kunst: Beeldhouw-, Schilder- en Bouwkunst; E. Nederlandsch Boekhandel.

Anmeldungen sind an das Secretariat: Van Dyckstraat, 14 zu richten.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten März bis Juni 1876 eingegangene Druckschriften.

Fortsetzung.

Fontes rerum austriacarum. Bd. VIII. 1875.
Archiv für österreichische Geschichte. Bd. LII. 2. Bd. LIII. 1—2. 1875.
Almanach der Kaiser. Akad. d. Wiss. 75. Jahrg. 1875.
Archiv für Schweizerische Geschichte. Bd. 20. Zürich 1876.
C. J. Kind, die Chronik des Hans Fründ, Landschreiber zu Schwytz. Chur 1875.
Nature. 336—340.
Monatsbericht der k. preuß. Akad. d. Wiss. Januar 1876.
Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes. Bd. VI. No. 1. 1876.
Memoirs of the R. Astronomical Society. Vol. XLII. 1873—75. London 1875.
Monthly Notices of the R. Astron. Society. Vol. XXXVI. No. 5. London 1876.
Bulletin de l'Acad. R. des Sciences de Belgique. T. 41. No. 1—2. Brüssel 1876.
Giebel, Zeitschrift für die Naturwissenschaften. Juli—December. 1875.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd. VI. Heft 1. Berlin 1876.
Donders u. Engelmann, Onderzockingen. Derde Reeks III. Afler 1—2. Utrecht 1874—75.
Stanonik, Dionysius Petavius. Graz 1876. 4.
Proceedings of the London Mathem. Society. No. 85—86.
Annales de l'Observatoire R. de Bruxelles. Mars 1876. Fol. 3.
Transactions of the Zoological Soc. of London. Vol. IX. P. 5—7. 1875—76. 4.
Proceedings of the Zoolog. Soc. of London for 1875. P. IV. London 1876.
Transactions of the R. Society of Edinburgh. Vol. XXVII. Part 3. 1874—75. 4.
Proceedings of the R. Soc. of Edinb. Vol. VIII. No. 90.

von Müller, descriptive notes on Papuan Plants I. Melbourne 1875.
— — Fragmenta Phytographiae Australiae. Vol. IX. Ebd. 1875.
V. Bericht der naturwiss. Gesellsch. zu Chemnitz. 1875.
Kramer, Phanerogamen-Flora von Chemnitz. 1875. 4.
Verhandl. der physik.-medic. Gesellsch. zu Würzburg. Bd. IX. 1—2. 1875.
Mittheilungen aus dem naturwiss. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen. 7. Jahrg. 1875.
Sitzungsber. der k. böhm. Gesellsch. d. Wiss. in Prag. Jahrg. 1875. 3–6.
Leopoldina. XII. No. 7—10. 1876. 4.
Phillips, the doctrine of Addai, the Apostle, now first edited in a complete form in the original Syriac, with an english translation and notes. London 1876.
Schriften der naturf. Gesellsch. in Danzig. Bd. II. H 4. 1875.
Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou 1875. No. 4.
Archiv des Vereines für siebenb. Landeskunde. Bd. XII. H. 2. 3. 1875.
Jahresbericht desselben für 1874—1875.
Trausch, Schriftsteller-Lexicon der siebenb. Deutschen. Bd. III. IV. Kronstadt 1875.
Fabritius, Urkundenbuch zur Geschichte des Kisder Kapitels vor der Reformation. Hermannstadt 1875.
Klein, Programm des Gymnasiums A. C. zu Hermannstadt 1874—75.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. ungar. geologischen Anstalt. Bd. I—III. Bd. IV. H. 1—2. Pest 1871—76.
Monatsbericht der K. preuß. Akad. der Wiss. Februar und März 1876.
Verhandl. des naturhistor.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. I. H. 3. 1876.
Wüstenfeld, das geographische Wörterbuch des el-Bekri. Bd. I. 1. Göttingen 1876.
Nature 341—345.
Abhandl. des naturwiss. Vereins zu Bremen. Bd. IV. H. 4. Bd. V. H. 1. 1875—1876.
Beilage dazu. No. 5.
Monthly Notices of the R. Astron. Society. Vol. 36. No. 6—7. April und Mai 1876.

(Fortsetzung folgt.)

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

12. Juli. № 14. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 1. Juli.

Ehlers, Zur Kenntniß der minirenden Bryozoen (erscheint in den Abhandl.).
Schwarz, Ueber die von H. Weber und R. Dedekind herausgegebenen Werke Riemann's.
Zoeller, Schwefelkohlenstoff als Conservirungsmittel. (Zweite Mittheilung, vorgelegt von Wöhler).
Mittheilung des Secretärs bezüglich der Gauß'schen Werke.

Die Gauß'schen Werke betreffend.

Da die nahe vollendete zweite Auflage des Bandes II von S. 497 an neue Theile des handschriftlichen Nachlasses von Gauß enthält, so wird von diesen eine der Höhe der ersten Auflage gleichkommende Anzahl von besonderen Abzügen auf Druck- und auf Schreibpapier veranstaltet, welche in besonderem Umschlage von den Besitzern der ersten Auflage durch die K. Universitäts-Casse dahier zum Preise von 1 Mark bezogen werden können.

Die Rückseite des Umschlages sowohl des Nachtrages als auch der 2ten Auflage der Bde. II und III wird eine Ankündigung bezüglich der

Preise enthalten, zu denen einzelne Exemplare des zweiten Abdruckes der Bde. I, II und III, sowie des ersten Abdruckes der Bde. IV und VI von der hiesigen Universitäts-Casse bezogen werden können.

Ein zweiter Abdruck des Bandes V, von dessen erstem Abdrucke die Exemplare auf Druckpapier vergriffen sind, hat bereits begonnen und wird bis zum Gauß-Jubiläum im April 1877 vollendet sein.

Schwefelkohlenstoff als Conservirungsmittel

von

Ph. Zoeller.

(Zweite Mittheilung).

Durch meine früher mitgetheilten Versuche (cf. 1876. 237) habe ich bewiesen, daß in einem verhältnißmäßig sehr wenig Schwefelkohlenstoffdampf — bei gewöhnlicher Temperatur entstanden — enthaltenden Luftraum jede Schimmelbildung und Fäulnißerscheinung ausgeschlossen ist. — Die nachstehend mitgetheilten Versuche sollten: 1. das Minimum an Schwefelkohlenstoff feststellen, welches als Dampf der Luft beigemischt noch conservirend wirke, und 2. ob sich die durch Schwefelkohlenstoff conservirten Nahrungsmittel zum Genusse für den Menschen eignen.

Die Versuche wurden in Gläsern oder in Gefäßen aus Zinkblech angestellt. Die letzteren sind Cylinder von 0,7 Meter Höhe und 0,5 Meter Durchmesser; oben ist eine Rinne angelö-

thet, in welche der Deckel paßt und die behufs luftdichten Verschlusses mit Wasser, Glycerin etc. angefüllt wird; oben und unten am Kasten ist ein Tubulus angelöthet, wodurch es ermöglicht wird aus einem außerhalb angebrachten Gefäße beliebige Mengen Schwefelkohlenstoff in den Innenraum verdampfen zu lassen. Auf der inneren Seite des Kastendeckels sind außerdem zahlreiche Häkchen zum Aufhängen der zu conservirenden Substanzen angelöthet; in den Kasten selbst passen durchlöcherte Einsätze, auf welche die Nahrungsmittel u. s. w. gelegt werden können. Die in Anwendung gekommenen Gläser hatten bis auf die Tubulus die Form des Kastens[1]), oder waren einfache Präparatengläser mit weiter Oeffnung und gewöhnlich eingeriebenem Glasstöpsel.

Zu den Conservirungsversuchen ist völlig reiner Schwefelkohlenstoff zu verwenden. Derselbe wird dargestellt entweder aus Kaliumxanthogenat durch Versetzen mit Säuren etc., oder nach der Methode Friedburgs. Der auf diese Weise erhaltene Schwefelkohlenstoff ist vollkommen flüchtig und sein Geruch ist kaum unangenehm.

Meine Versuche lieferten nun den Beweis, daß Fleisch jeglicher Art, auch in Form von unzerlegten Thieren, in Quantitäten bis zu 20 Kilo, in einem dem Inhalte des Zinkkastens entsprechenden Luftraum, in welchem 5 Gr. Schwefelkohlenstoff verdampft sind, sich beliebig lang conserviren läßt. Das Fleisch hing bei den Versuchen entweder frei in der schwefelkohlenstoffhaltigen Atmosphäre,

1) Schon vor Jahren sah ich solche Gläser bei meinem früheren Collegen Gerlach, Professor der Anatomie in Erlangen, welcher sie zum Aufbewahren von anatom. Präparaten verwendete.

oder lag in Tücher gehüllt, welche zuvor 48 Stunden in einer ebensolchen Atmosphäre sich befanden, auf den durchlöcherten Einsätzen der Kästen. Bei einer Temperatur, welche niemals unter 24,5° herabging, wohl aber häufig 30 bis 33° betrug, war das Fleisch nach 14 Tagen bis 3 Wochen vollkommen wohl erhalten; nur eine geringe Menge von blutigem Fleischsaft war ausgeflossen. Sehr wahrscheinlich genügt eine noch geringere Menge Schwefelkohlenstoff. Wenigstens ergaben dieses Conservirungsversuche, bei welchen aus Kaliumxanthogenat durch Zersetzen mit verdünnter Schwefelsäure direct in den Glasgefäßen Schwefelkohlenstoff entwickelt wurde. Das Fleisch war, nachdem der Versuch 62 Tage gedauert hatte, noch sehr gut erhalten. Freilich besitzt das Xanthogenat eine doppelte Wirksamkeit, da auch die freie Xanthogensäure conservirt.

Eine sehr geringe Menge Schwefelkohlenstoff genügt, um frisches (heißes) Brod, Gemüse, Früchte jeder Art, sowie auch Fruchtsäfte zu conserviren. Nimmt man auf den Liter Luftraum 5 Tropfen Schwefelkohlenstoff, so halten sich darin die am leichtesten zersetzbaren Früchte und Gemüse. Das in Anwendung gekommene Verfahren war folgendes: Zuerst wurden einige Tropfen Schwefelkohlenstoff in das Conservirungsgefäß gegeben, welche darin fast augenblicklich verdampfen, dann brachte man in kleinen Gläschen, wie sie zu homöopathischen Arzneien dienen, die 5 oder 10 etc. Tropfen des Schwefelkohlenstoffes auf den Boden des 1 oder 2 etc. Litergefäßes, füllte die Früchte, Gemüse u. s. w. ein und verschloß; bei Gläsern mit Glasstöpseln wurden die Fugen mit etwas flüssig gemachtem Paraffin ausgegossen. Uebri-

gens hält sich der Schwefelkohlenstoffdampf auch in den ohne weiteres mit Glasstöpsel verschlossenen Präparatengläsern sehr lange. — Die zahlreichen bezüglichen Versuche lieferten alle das gleiche Resultat. Die unter sonst gleichen Umständen ohne Schwefelkohlenstoff aufbewahrten Gemüse, Früchte, Pflanzensäfte etc., desgleichen Brod, Blut, Eiweiß verschimmelten und faulten nach kurzer Zeit; in einer Schwefelkohlenstoff-Atmosphäre befindlich hielten und halten sich diese Substanzen ganz vorzüglich.

In der That ist die Verschiedenheit eine überraschende. Erdbeeren ohne Schwefelkohlenstoff sind schon nach 2 bis 3 Tagen schwarz, verschimmelt und faulen zusammen; die mit 5 Tropfen Schwefelkohlenstoff conservirten dagegen sind bis jetzt, nach einem Monat, noch völlig frei von Schimmel, ihre Farbe ist nur um einen Ton blässer geworden, und auf dem Boden des Gefäßes befindet sich etwas ausgetretener Saft; in der Elasticität ihres Fleisches verhalten sie sich wie frische Erdbeeren. Ganz dasselbe ergab sich bei Himbeeren. Spargel sind ohne Schwefelkohlenstoff breiartig zusammengefault, mit 5 Tropfen Schwefelkohlenstoff wohl erhalten. Ebenso verhalten sich weiße Radischen und junge Bohnen. Gurken ohne Schwefelkohlenstoff waren bei der hohen Temperatur schon nach 5 Tagen zu einer Brühe geworden, in welcher die Oberhaut schwamm; mit 5 Tropfen Schwefelkohlenstoff behielten sie ihre Form und ihr Aussehen nun schon seit 5 Wochen. Früchte, welche eine dickere Schale haben, bleiben nahezu unverändert. Kirschen, Johannisbeeren, Pfirsiche, Aprikosen u. s. w. conserviren sich sehr gut und sind nur durch die bei manchen Früchten auftretende

blässere Farbe und durch etwa daran befindliche Stiele, welche in der Schwefelkohlenstoff-Atmosphäre sich bräunen und vertrockenen, von frischen Früchten zu unterscheiden. Citronen, welche ohne Schwefelkohlenstoff sich allmählig mit einem dichten Schimmelpelz überziehen, bleiben in Gefäßen mit 5 Tropfen Schwefelkohlenstoff völlig unverändert.

Die so conservirten Brodsorten, Gemüse, Früchte, Fruchtsäfte eignen sich, nachdem sie ausgelüftet sind, ohne weiteres zum Genusse und sind im Geschmack und in sonstigem Verhalten dem frischen Gemüse u. s. w. völlig gleich. Dagegen waren Versuche anzustellen, wie sich das Fleisch beim Genusse verhält. Freilich war von vornherein klar, daß das durch eine so geringe Menge dampfförmigen Schwefelkohlenstoff conservirte Fleisch keinen schädlichen Einfluß auf Menschen und Thiere ausüben kann. Hunde und Katzen, welche ich mit frischem und gekochtem conservirten Fleische fütterte, verzehrten dieses mit der größten Begierde in großen Quantitäten und erfreuten sich während der Versuchsdauer des besten Wohlseins. Auch wurden, soviel mir bekannt, die Rückstände, welche bei der Oelbereitung mittelst Schwefelkohlenstoff verbleiben, stets ohne jeden Schaden verfüttert. Ob aber das mit Schwefelkohlenstoff conservirte Fleisch sich zum Genusse für den Menschen eignet, blieb immerhin fraglich, denn es kommt hierbei nicht bloß darauf an, daß das Nahrungsmittel unschädlich sei, sondern daß auch sein Geruch, Geschmack, Aussehen u. s. w. dem Genusse nicht entgegenstehen. Während beim Oeffnen der Gefäße, in welchen Früchte etc. conservirt wurden, öfters kein Geruch nach Schwefelkohlenstoff mehr wahrzunehmen ist, zeigte al-

les conservirte Fleisch, so sehr es sich auch bis auf die äußere blässere Farbe wie gutes frisches Fleisch verhielt, doch einen unangenehmen Geruch, wie ihn der Schwefelkohlenstoff annimmt, wenn er in einem verschlossenen Glase verdampft dem Lichte ausgesetzt ist. Dieser Geruch wird schwächer, wenn das Fleisch an der Luft steht; er verliert sich jedoch ganz beim Kochen und Braten des Fleisches; während des Bratens tritt Schwefelkohlenstoff-Geruch auf. Aber neben dem erwähnten Geruche ist bei dem conservirten Fleische noch ein solcher nach flüchtigen Fettsäuren wahrnehmbar; diesen verliert es nicht vollständig beim Braten und erhält dadurch den Geschmack des Wildpretes. Freilich ist ein solcher Geschmack für die meisten Menschen nicht unangenehm, wie denn auch meine Assistenten und ich das zubereitete Fleisch in größeren Portionen verzehrten und dasselbe sehr gut vertrugen.

Bezüglich der Wirkungsweise des Schwefelkohlenstoffs als Conservirungsmittel ist die Untersuchung noch nicht abgeschlossen. Als Ergebniß der seither angestellten Versuche dürfte jedoch anzuführen sein, daß der Schwefelkohlenstoff die Eiweißkörper coagulirt — dasselbe thut auch eine sehr geringe Menge Xanthogensäure — und den Wassergehalt der conservirten Substanzen vermindert.

Schüttelt man eine Albuminlösung, welche so verdünnt ist, daß sie durch Hitze nicht sichtbar coagulirt, mit einem Tropfen Schwefelkohlenstoff, so trübt sich dieselbe. Um jedes gefällte Eiweißpartikelchen ist eine Hülle von Schwefelkohlenstoff gelagert, wodurch sich die Flüssigkeit schnell klärt und der Niederschlag aus kleinen, stark lichtbrechenden Kryställchen zu be-

stehen scheint. Gießt man die Flüssigkeit vom Niederschlage ab, so verdampft nach und nach der anhaftende Schwefelkohlenstoff und das Eiweiß bleibt in Form von Einzelpartikelchen zurück. Befindet sich frisches Hühnereiweiß, Blut u. s. w. in einem Luftraum, welcher Schwefelkohlenstoffdampf enthält, so werden Eiweißstoffe an der Oberfläche ausgeschieden; die des Blutes bleiben im oberen Theile desselben sehr lange schwebend und bewirken eine Trübung, während die größeren coagulirten Massen des Hühnereiweißes abwärts sinken. Ist fortwährend Schwefelkohlenstoffdampf vorhanden, so schreitet die Ausscheidung der Eiweißkörper von oben nach unten, wenn auch sehr langsam, immer weiter fort. Das so gefällte Eiweiß, selbst wenn es längere Zeit der Luft ausgesetzt war, gibt noch eine Reaction auf Schwefelkohlenstoff, so daß dieser als in einer (durch Hitze lösbaren) Verbindung mit den Eiweißkörpern stehend anzusehen ist. Die beschriebene Einwirkung des Schwefelkohlenstoffes erstreckt sich auch auf die nicht gelösten Eiweißkörper, wie z. B. auf die des Fleisches.

Die Verminderung des Wassergehaltes der conservirten Nahrungsmittel beruht offenbar auf der Veränderung der Eiweißsubstanz durch Schwefelkohlenstoff und der hierdurch bewirkten Tödtung vorhandener Zellen; das Wasserzurückhaltungsvermögen der Membranen, Zellen u. s. w. änderte sich: es tritt Wasser aus, das Austrocknen ist erleichtert und die Hygroscopicität der betreffenden Substanzen schwächer geworden.

Offenbar genügt es für Conservirungszwecke, wenn in einem Luftraum sich soviel Schwefelkohlenstoff befindet, daß hierdurch alle im Luftraum und an der Oberfläche der Nahrungsmit-

tel befindlichen Keime der Fäulnißwesen und des Schimmels getödtet werden: Fäulniß und Schimmelbildung gehen ja von Außen nach Innen vor sich. Freilich können dann noch Zersetzungen im Innern der conservirten Substanzen geschehen, welche als einfache Spaltungsvorgänge aufzufassen sind. Jede der in meiner ersten Mittheilung erwähnten conservirten Zwetschen entwickelt beim Oeffnen Blausäuregeruch: das Emulsin des Samenkernes übte auf das Amygdalin, da der Schwefelkohlenstoff nicht ins Innere der Zwetschen eindrang, seine spaltende Wirkung; einem ähnlichen Vorgange ist das Auftreten der Fettsäuren im Innern des conservirten Fleisches zuzuschreiben. —

Wird eine größere Menge Schwefelkohlenstoff in Anwendung gebracht und die Dauer der Einwirkung genügend verlängert, so wirkt derselbe auf die zu conservirenden Substanzen selbst ein: bei mittleren Mengen Schwefelkohlenstoff fault z. B. conservirtes Fleisch nicht mehr, es schimmelt nur noch; bei noch größeren Mengen tritt weder Fäulniß noch Verschimmelung ein; der Luft ausgesetzt trocknet das Fleisch einfach aus.

Wien, 4. Juli 1876.

Universität.

Beneke-Preisstiftung.

Die unterzeichnete Facultät verlangt:
Eine Darstellung der englischen Handelspo-

litik im Zeitalter Heinrich's VIII. aus den Parlamentsverhandlungen, den Statuten, aus der im Druck zugänglichen, besonders auch das Ausland betreffenden Correspondenz und einigen in Betracht kommenden Abhandlungen der Zeit.

Bewerbungsschriften sind in Lateinischer, Deutscher, Französischer oder Englischer Sprache, mit einem versiegelten Briefe, den Namen des Verfassers enthaltend, beide mit gleichem Motto bezeichnet, bis zum 31. August 1878 an uns einzusenden; die Entscheidung über die Preise (1700 und 680 Reichsmark) erfolgt am 11. März 1879, dem Geburtstage des Stifters in öffentlicher Sitzung der Facultät.

Gekrönte Arbeiten bleiben unbeschränktes Eigenthum ihrer Verfasser.

Die Preisaufgabe für das Jahr 1877 ist S. 411 der Nachrichten von 1875 bekannt gemacht.

22. Juni 1876.

Die philosophische Facultät der Universität Göttingen.

Der Decan: Dr. E. Bertheau.

In der philosophischen Facultät haben sich als Privatdocenten habilitirt:

Der Bibliothekssecretär Dr. phil. Otto Gilbert für das Fach der alten Geschichte und

Dr. phil. Benedict Niese für die Fächer der Philologie und der alten Geschichte.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in den Monaten März bis Juni 1876 eingegangene Druckschriften.

Fortsetzung.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 52. H. 1. Görlitz 1876.
Verhandl. des naturf. Vereines in Brünn. Bd. XIII. 1874. Brünn 1875.
Trumpp, Einleitung in das Studium der arabischen Grammatik. München 1876.
Bulletin de la Soc. mathématique de France. T. IV. Nr. 3.
Fergola, Diminsioni della terra etc. Napoli 1876. 4.
Ksiadz jan Guszkiewicz, Slowo o Praojcach. Krakau 1876.
Ecker, Zur Kenntniß der Wirkung d. Skoliopaedie des Schädels. Braunschw. 1876. 4.
Verhandl. des naturf. Vereines in Brünn. Bd. XIII. 1874. Brünn 1875.
Annales de l'Observatoire R. de Bruxelles. 1876. fol. 4.
Quetelet, La tempête du 12 Mars 1876.
Zusammenstellung der Literatur der Gradmessungs-Arbeiten. Berlin 1876.
Sitzungsb. der philos.-philol. u. histor. Classe d. k. Akad. der Wiss. in München. Bd. II. H. 3—4. 1875. Bd. II. (Supplement-)Heft 3. 1875.
Sitzungsb. der mathem.-physik. Cl. 1875. H. 3.
Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellsch. Jahrg. X. Heft 4 und XI. H. 1. 1875.
Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der k. k. zoologisch-botanischen Gesellsch. in Wien. 1876. 4.
Verhandlungen derselben. Bd. XXV. Ebd. 1876.
Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. XXVI. 1876. Mit Tschermak mineralogische Mittheilungen. Bd. V. H. 1.
Specimen Fasciculus of a Catalogue on the national medical Library under the direction of the Surgeon-General, U. St. Army at Washington. 1876.
Bulletin de l'Acad. R. des Sciences de Belgique. 2e Serie. T. 41. *No. 3—4. Brüssel* 1876.

Verein für die deutsche Nordpolarfahrt in Bremen. III. 1876.

Lipschitz, Généralisation de la théorie du rayon oscalateur d'une surface. 1876.

X. Bericht der naturf. Gesellsch. zu Bamberg. Für 1871—74. 1875.

Verhandlgn. des Vereins für naturwiss. Unterhaltung zu Hamburg. 1875. Bd. II.

Zum 4. Mai 1876 kleine Bausteine zu einem Denkmale. Freiburg i. B. 1876.

Sveriges geologiska Undersökning. Törnebohm, geognost. beskrifning öfver Persbergets grufvefält. 4. Gumaelius, beskr. till kartbladet Nora. Linnarsson, beskr. till kartbladet Latorp. Stolpe, beskr. till kartbladet Riseberga. Gumaelius, om malmlagrens. Aldresföljd. Hummel, om Sveriges lagrade urberg. Stockholm 1875.

Bickell und Benfey, Kalilag und Damnak. Alte Syrische Uebersetzung des Indischen Fürstenspiegels. Text und deutsche Uebersetzung von Bickell, Einleitung von Benfey. Leipzig 1876.

Abhandlungen der k. Akademie der. Wiss. zu Berlin. Jahrg. 1875. Berlin 1876.

Jahreshefte des naturwiss. Vereins für Lüneburg. VI. 1872—73. Lüneb. 1876.

Czasomiar. Napisal Ksiadz Jan Guszkiewicz. Krakau 1876.

Nederlandsch kruidkundig Archiev. Ser. 2. Deel II. St. 2. Nijmegen 1876.

(Fortsetzung folgt.)

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

26. Juli. № 15. 1876.

Universität.

Verzeichniß der Vorlesungen auf der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen während des Winterhalbjahrs 18⁷⁶/₇₇ Die Vorlesungen beginnen den 16. October und enden den 15. März.

Theologie.

Lehre des Alten Testaments über die Opfer, ihre Bedeutung und Wirkung: Prof. *Bertheau* Mittwochs von 3—4 Uhr öffentlich.

Einleitung in die prophetischen Bücher des Alten Testaments: Lic. *Duhm* einstündig unentgeltlich um 10 Uhr.

Geschichte Jeremias und seiner Zeit: *Derselbe* zweistündig unentgeltlich um 10 Uhr.

Paulinischer Lehrbegriff zweistündig unentgeltlich: *Derselbe*.

Geschichte des Lebens Jesu: Prof. *Wagenmann* vierstündig um 4 Uhr.

Erklärung der Psalmen: Prof. *Bertheau* fünfstündig um 10 Uhr.

Erklärung des Buchs des Jesaia: Prof. *Schultz* fünfstündig um 10 Uhr.

Erklärung des zweiten Theils des Buches Jesaia: Lic. *Duhm* dreistündig um 10 Uhr.

Erklärung des Evangeliums des Matthaeus mit vergleichender Berücksichtigung der Evv. Marci und Lucae: Prof. *Zahn* fünfmal um 9 Uhr.

Erklärung des Evangeliums des Johannes: Prof. *Wiesinger* fünfmal um 9 Uhr.

Erklärung der Korintherbriefe: Prof. *Lünemann* fünfmal um 9 Uhr.

Ueber Wesen und Aufgabe der Kirchengeschichte als Wissenschaft: Prof. *Reuter* Sonnabends von 11—12 Uhr öffentlich.

Kirchengeschichte des Mittelalters und der Neuzeit: Prof. *Wagenmann* fünfmal um 8 Uhr.

Dogmengeschichte: Prof. *Reuter* sechsmal um 10 Uhr.

Geschichte der christlichen Literatur bis auf Eusebius von Caesarea: Prof. *Zahn* Dienst. Donnerst. Freit. um 11 Uhr, öffentlich.

Geschichte der lutherischen Dogmatik bis auf die Gegenwart: Lic. *Kattenbusch* zweistündig unentgeltlich.

Comparative Symbolik: Prof. *Schöberlein* viermal um 5 Uhr.

Dogmatik Th. II: Prof. *Schöberlein* fünfstündig um 12 Uhr.

Theologische Ethik: Prof. *Ritschl* fünfstündig um 9 Uhr.

Praktische Theologie: Prof. *Wiesinger* vier bis fünfmal um 3 Uhr.

Kirchenrecht und Geschichte der Kirchenverfassung s. unter Rechtswissenschaft S. 382.

Die Uebungen des königl. homiletischen Seminars leiten Prof. *Wiesinger* und Prof. *Schultz* abwechslungsweise Sonnabend von 10—12 Uhr öffentlich.

Katechetische Uebungen: Prof. *Wiesinger* Mittwochs von 5—6 Uhr, Prof. *Schultz* Sonnabends von 4—5 Uhr öffentlich.

Die liturgischen Uebungen des praktisch-theologischen Seminars leitet Prof. *Schöberlein* Mittwochs um 6 und Sonnabends von 9—11 Uhr öffentlich.

Eine dogmatische Societät leitet Prof. *Schöberlein* Dienstags um 6 Uhr; eine exegetische Societät Prof. *Zahn* Mittw. um 6 Uhr; eine historisch-theologische Societät Prof. *Wagenmann* Freitags um 6 Uhr; dogmengeschichtliche Uebungen: Lic. *Kattenbusch* wöchentlich einmal.

Rechtswissenschaft.

Encyclopaedie der Rechtswissenschaft: Prof. *John* dreimal wöch. um 9 Uhr.

Institutionen und Geschichte des römischen Rechts: Prof. *Hartmann* fünfmal wöch. von 11—12 u. 12—1 Uhr.

Geschichte des römischen Civilprocesses: Dr. *Rümelin* Dienstag Mittwoch und Freitag von 4—5 Uhr.

Pandekten mit Ausschluss des Familien- und Erbrechts Prof. *v. Ihering* täglich von 11—1 Uhr.

Römisches Familienrecht: Dr. *Rümelin* Mittwoch und Sonnabend von 10—11 Uhr unentgeltlich.

Römisches Erbrecht: Prof. *Wolff* fünfmal wöch. von 3—4 Uhr; Dr. *Zitelmann* Montag Dienstag Donnerstag und Freitag von 10—11 Uhr.

Zu Pandektenrepetitorien sind privatissime bereit: Dr. *Rümelin* und Dr. *Zitelmann.*

Deutsche Rechtsgeschichte: Prof. *Frensdorff* fünfmal wöch. von 3—4 Uhr.

Uebungen im Erklären deutscher Rechtsquellen: Prof. *Frensdorff* Montag um 6 Uhr, öffentlich.

Deutsches Privatrecht mit Lehnrecht: Prof. *Frensdorff* Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag von 11—1 Uhr.

Handelsrecht und Wechselrecht und Seerecht: Prof. *Thöl*, nach seinem Buch (das Handelsrecht 5. Aufl., das Wechselrecht 3. Aufl.), fünfstündig von 9—10 Uhr.

Preussisches Privatrecht: Prof. *Ziebarth* fünfstündig um 9 Uhr.

Deutsches Strafrecht: Prof. *John* fünfstündig um 10 Uhr.

Deutsches Staatsrecht mit Einschluss des Reichsrechts: Prof. *Mejer* fünfmal wöch. um 10 Uhr.

Englisches Verwaltungsrecht: Prof. *Mejer* Mittwoch um 12 Uhr, öffentlich.

Geschichte der Kirchenverfassung und des Verhältnisses von Staat und Kirche: Prof. *Dove* zweimal wöch. in noch zu bestimmenden Stunden, öffentlich.

Kirchenrecht einschliesslich des Eherechts: Prof. *Dove* täglich von 8—9 Uhr.

Theorie des Civilprocesses: Prof. *Briegleb* achtstündig von 11—12 und von 12—1 Uhr.

Deutscher Strafprocess: Prof. *Ziebarth* vierstündig um 11 Uhr.

Geschichte des Strafprocesses: Prof. *Ziebarth* Mittwoch um 11 Uhr, öffentlich.

Pandektenpractikum: Dr. *Zitelmann* Dienstag und Freitag von 11—12 Uhr.

Civilprocesspracticum: Prof. *Hartmann* Montag und Donnerstag von 4—6 Uhr.

Criminalistische Uebungen: Prof. *Ziebarth* Mittwoch (oder an einem anderen Tage) von 4—6 Uhr, privatissime.

Gerichtliche Medicin und öffentliche Gesundheitspflege siehe unten Medicin Seite 384.

Medicin.

Zoologie, vergleichende Anatomie, Botanik, Chemie siehe unter Naturwissenschaften.

Knochen- und Bänderlehre: Prof. *Henle* Dienstag, Freitag, Sonnabend von 11—12 Uhr.

Systematische Anatomie I. Theil: Prof. *Henle* täglich von 12—1 Uhr.

Topographische Anatomie: Prof. *Henle* Mont. Mittw. und Donnerst. von 2-3 Uhr.

Secirübungen, in Verbindung mit Prosector Dr. *v. Brunn* täglich von 9—4 Uhr.

Mikroskopische Curse hält Prof. *Krause* in pathologischen Institute für normale Histologie um 11 Uhr, für pathologische Histologie um 12 oder um 2 Uhr vier Mal wöchentlich.

Mikroskopische Uebungen (normale Gewebelehre) hält Dr. *von Brunn*, wöchentlich in vier zu verabredenden Stunden.

Allgemeine und besondere Physiologie mit Erläuterungen durch Experimente und mikroskopische Demonstrationen: Prof. *Herbst* in sechs Stunden wöchentlich um 10 Uhr.

Experimentalphysiologie II. Theil (Physiologie des Nervensystems und der Sinnesorgane): Prof. *Meissner* täglich von 10—11 Uhr.

Ueber Auge und Mikroskop trägt Prof. *Listing* zwei Mal wöchentlich in passenden Stunden privatissime vor.

Arbeiten im physiologischen Institute leitet Prof. *Meissner* täglich in passenden Stunden.

Allgemeine Pathologie und Therapie lehrt Prof. *Krämer* Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag von 4—5 Uhr oder zu anderen passenden Stunden.

Pathologische Anatomie (I. Theil) lehrt Prof. *Krause* Dienstag und Freitag um 2 Uhr, Mittwoch und Sonnabend um 12 Uhr.

Physikalische Diagnostik in Verbindung mit praktischen Uebungen an Gesunden und Kranken lehrt Dr. *Wiese* dreimal wöchentlich in später näher zu bezeichnenden Stunden.

Die klinischen Untersuchungsmethoden, mit praktischen Uebungen lehrt Prof. *Ebstein* Montag, Dienstag, Freitag von 12—1 Uhr.

Laryngoskopische Uebungen hält Prof. *Ebstein* Sonnabend von 12—1 Uhr.

Pharmakologie oder Lehre von den Wirkungen und der Anwendungsweise der Arzneimittel sowie Anleitung zum Receptschreiben: Prof. *Marx* Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag von 2—3 Uhr.

Experimentelle Arzneimittellehre und Receptirkunde lehrt Prof. *Marmé* viermal wöchentlich von 5—6 Uhr.

Die gesammte Arzneimittellehre, mit Demonstration der Arzneikörper und mit Versuchen über die Wirkung der Heilmittel und Gifte erläutert, trägt Prof. *Husemann* fünfmal wöchentlich von 5—6 Uhr vor.

Ein pharmakologisches Examinatorium verbunden mit Uebungen im Receptschreiben hält Prof. *Marmé* Mittwoch um 5 Uhr unentgeltlich.

Praktische Uebungen im Abfassen ärztlicher Verordnungen hält Prof. *Husemann* Montag von 2—3 Uhr oder zu gelegener Zeit.

Ueber Arzneipflanzen trägt Prof. *Grisebach* Montag und Dienstag um 5 Uhr vor.

Pharmakologische und toxikologische Untersuchungen leitet Prof. *Marmé* im pharmakologischen Institut täglich unentgeltlich, Prof. *Husemann* gleichfalls wie bisher.

Pharmacie lehrt Prof. *Wiggers* 6 Mal wöchentlich von 8—9 Uhr; Dasselbe Prof. *von Uslar*, 4 Stunden von 3—5 Uhr; Dasselbe Dr. *Stromeyer* privatissime.

Einen elektrotherapeutischen Cursus hält Professor *Marmé* zwei Mal wöchentlich von 2—3 Uhr.

Specielle Pathologie und Therapie 2. Hälfte Prof. *Ebstein* fünf Mal wöchentlich von 4—5 Uhr.

Ueber chronische Infectionskrankheiten trägt Prof. *Hasse* Mittwoch und Freitag von 4—5 Uhr vor.

Ueber Hautkrankheiten und Syphilis trägt Prof. *Krämer* 3 stündlich vor.

Die medicinische Hospital-Klinik leitet Prof. *Hasse* täglich von 10—11 Uhr.

Die medicinische Poliklinik leitet Prof. *Ebstein* an den fünf ersten Wochentagen von 11—12 Uhr.

Specielle Chirurgie: Prof. *Lohmeyer* fünfmal wöchentlich von 8—9 Uhr.

Ueber die Krankheiten des Bewegungsapparats trägt Prof. *König* fünfstündig von 4—5 Uhr vor.

Die Lehre von den chirurgischen Operationen trägt Prof *Lohmeyer* vier Mal wöchentlich von 5—6 Uhr vor; Dasselbe lehrt Dr. *Rosenbach* vier Mal wöchentlich.

Die chirurgische Klinik im Ernst-August-Hospitale leitet Prof. *König* täglich ausser Sonnabend von 9—10 Uhr.

Chirurgische Poliklinik wird Sonnabend von 9—11 Uhr von Prof. *König* u. Dr. *Rosenbach* abwechselnd und unentgeltlich gehalten.

Augenheilkunde lehrt Prof. *Leber* vier Mal wöchentlich von 3—4 Uhr.

Praktische Uebungen im Gebrauch des Augenspiegels leitet Prof. *Leber* Mittwoch und Sonnabend von 12—1 Uhr.

Klinik der Augenkrankheiten hält Prof. *Leber* Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag von 12—1 Uhr.

Geburtskunde trägt Prof. *Schwartz* Montag, Dienstag, Mittwoch, Donnerstag, Freitag um 3 Uhr vor.

Ueber Krankheiten der Wöchnerinnen liest Dr. *Hartwig* wöchentlich zwei Mal in zu verabredenden Stunden öffentlich.

Gebustshülflichen Operationscursus am Phanton hält Dr. *Hartwig* Mittwoch und Sonnabend um 8 Uhr.

Geburtshülflich-gynaekologische Klinik leitet Prof. *Schwartz* Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag um 8 Uhr.

Psychiatrische Klinik hält Prof. *Meyer* Montag und Donnerstag je in 2 Stunden, von 4—6 Uhr.

Gerichtliche Medicin trägt Prof. *Krause* für Mediciner und Juristen Mittw. u. Sonnab. von 4—5 Uhr vor.

Forensische Psychiatrie, erläutert an Geisteskranken, lehrt Prof. *Meyer* wöchentlich in zwei zu verabredenden Stunden.

Ueber öffentliche Gesundheitspflege trägt Prof. *Meissner* Montag, Mittwoch, Donnerstag von 5—6 Uhr vor.

Prof. *Baum* wird zu Anfang des Semesters Vorlesungen ankündigen.

Anatomie und Physiologie der Hausthiere nebst Pferde- und Rindviehkunde lehrt Prof. *Esser* fünf Mal wöchentlich von 8—9 Uhr.

Die Theorie des Hufbeschlags trägt Prof. *Esser* öffentlich in zu verabredenden Stunden vor.

Philosophie.

Geschichte der alten Philosophie: Prof. *Peipers* Mont. Dienst., Donn., Freit., 6 Uhr. — Geschichte der neueren Philosophie mit Einleitung über Patristik und Scholastik: Prof. *Baumann*, Mont. Dienst. Donnerst. Freit., 5 Uhr. — Darstellung der positiven Philosophie Comte's und seiner Schule: Dr. *Ueberhorst,* Mittw. und Sonn., 9 Uhr, unentgeltlich.

Erkenntnisstheorie und Metaphysik: Prof. *Baumann* Mont. Dienst. Donn. Freit., 3 Uhr.

Logik und Encyclopädie der Philosophie: Dr. *Rehnisch,* vierstündig, 10 Uhr.

Psychologie: Prof. *Lotze*, vier Stunden, 4 Uhr.

Religionsphilosophie: Prof. *Bohtz*, Dienst. und Freit. 4 Uhr.

Naturphilosophie: Prof. *Lotze*, 4 Stunden, 10 Uhr.

Aesthetik: Prof. *Bohtz*, Mont. Dienst. u. Donnerst. 11 Uhr.

Prof. *Baumann* wird in einer philosophischen Societät aus Kants Kritik der Urtheilskraft den Abschnitt über die ästhetische Urtheilskraft behandeln, Freitag 6 Uhr.

Prof. *Peipers* wird in einer philos. Societät die Elemente der Logik mit besonderer Rücksicht auf Trendelenburgs Elementa logices aristoteleae erklären, Mittw. 5 Uhr, öffentlich.

Dr. *Ueberhorst* behandelt in einer Societät Locke's Versuch über den menschlichen Verstand (deutsch von Kirchmann), Donnerst. 6 Uhr, unentgeltlich.

Zur Leitung philosophischer Uebungen erbietet sich Dr. *Rehnisch*, unentgeltlich.

Encyclopaedie der Erziehungslehre: Prof. Krüger, *zwei Stunden 3 Uhr.*

Die Uebungen des K. pädagogischen Seminars leitet Prof. *Sauppe*, Mont. und Dienst. 11 Uhr.

Mathematik und Astronomie.

Ueber einige geometrische Aufgaben des Maximums und Minimums: Prof. *Schwarz*, Mont. 4 Uhr, öffentlich.

Algebraische Analysis, mit einer Einleitung über die Grundbegriffe der Arithmetik: Prof. *Stern*, fünf Stunden, 11 Uhr.

Differential- und Integralrechnung nebst Einleitung in die analytische Geometrie der Ebene: Prof. *Enneper* Mont. bis Freit., 9 Uhr.

Theorie der von einer complexen Veränderlichen abhängigen Funktionen, insbesondere der elliptischen und Riemannschen Funktionen: Prof. *Schering*, Mont. Dienst. Donn. Freit. 6 Uhr.

Integration der gewöhnlichen Differentialgleichungen und Anwendung derselben zur Lösung bestimmter Aufgaben: Prof. *Schwarz*, Mont. Dienst. Donnerst. Freit. 9 Uhr.

Anwendung der Theorie der elliptischen Funktionen auf einige bestimmte Aufgaben: Prof. *Schwarz*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 11 Uhr.

Mechanik: Prof. *Stern*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 10 Uhr.

Hydrostatik: Prof. *Ulrich*, 4 Stunden, 5 Uhr.

Die Hamilton-Jacobische Methode in der Hydrodynamik: Prof. *Schering*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 7 Uhr Abends.

Einleitung in die mathematische Optik: Dr. *Fromme*, Mont. u. Donn., 12 Uhr.

Theoretische Astronomie: Prof. *Klinkerfues*, Montag, Dienstag, Mittwoch und Donnerstag 12 Uhr.

In dem mathematisch-physikalischen Seminar leitet die mathematischen Uebungen Prof. *Stern*, Mittwoch 10 Uhr; leitet die von den Mitgliedern über Analysis gehaltenen Vorträge Prof. *Schering*, Mittw., 11 Uhr, trägt über diejenigen krummen Flächen, welche in jedem ihrer Punkte gleich grosse und entgegengesetzt gerichtete Hauptkrümmungshalbmesser besitzen, Prof. *Schwarz* vor, Donnerst. 4 Uhr; giebt Anleitung zur Anstellung astronomischer Beobachtungen Prof. *Klinkerfues*, in einer passenden Stunde. Vgl. *Naturwissenschaften* S. 389.

An einer mathematischen Societät nimmt Prof. *Schering* Theil, in noch zu bestimmender Stunde.

Mathematische Colloquien wird Prof. *H. A. Schwarz*, privatissime und unentgeltlich, wie bisher leiten.

Naturwissenschaften.

Specielle Zoologie, 2. Theil: Prof. *Ehlers*, täglich, 10 Uhr.

Postembryonale Entwicklung der Thiere: Dr. *Ludwig*, Mont. Mittw. Freit. 4 Uhr.

Ueber Protozoën: Dr. *Ludwig*, Dienstag 4 Uhr, unentgeltlich.

Anthropologie: Prof. *Ehlers*, Mont. Dienst. Mittw. 6 Uhr.

Zoologisch-zootomische Uebungen wird Prof. *Ehlers* täglich 11—1 Uhr anstellen.

Eine zoologische Societät leitet Prof. *Ehlers* privatissime, unentgeltlich.

Einleitung in die Botanik und das natürliche Pflanzensystem: Dr. *Drude*, Mont. bis Freit., 12 Uhr.

Allgemeiner Theil der Physiologie der Pflanzen: Prof. *Grisebach*, Mont. u. Donnerstag, 4 Uhr.

Anatomie, Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen, incl. der Kryptogamen: Prof. *Reinke*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 3 Uhr.

Geographie der Pflanzen: Prof. *Grisebach*, Dienst. und Freit., 4 Uhr.

Ueber Arzneipflanzen: Prof. *Grisebach*, Montag und Dienstag, 5 Uhr.

Systematik der Kryptogamen: Dr. *Falkenberg*, Mont. u. Donnerstag, 5 Uhr, privatissime, aber unentgeltlich.

Die Zusammensetzung, geographische Vertheilung und physikalischen Wirkungen des Waldes: Dr. *Drude*, Freit. 5 Uhr, unentgeltlich.

Demonstrationen an Pflanzen des botanischen Gartens: Prof. *Grisebach*, Mittw. 1 Uhr, öffentlich.

Cursus im Gebrauch des Mikroskops: Prof. *Reinke*, 4 Stunden.

Tägliche Arbeiten im pflanzenphysiologischen Laboratorium: Prof. *Reinke*.

In der botanischen Societät behandelt Prof. *Reinke* ausgewählte Kapitel der neuern botanischen Literatur.

Uebungen für Fortgeschrittenere leitet Dr. *Drude*, Mittw. und Sonnab. 2—4 Uhr, privatissime aber unentgeltlich.

Elemente der Mineralogie, verbunden mit krystallographischen und mineralogischen Demonstrationen und Uebungen: Dr. *Lang*, Mont. Dienst. Donn. Freit. 2 Uhr.

Krystallographie und Krystalloptik: Prof. *Listing*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 12 Uhr.

Die gesteinbildenden Mineralien, ihre physikalischen Verhältnisse und ihre Erscheinungsweise unter dem Mikroskop: Dr. *Lang*, in 2 zu verabredenden Stunden.

Palaeontologie: Prof. *von Seebach*, fünf Stunden, 9 Uhr.

Petrographische und palaeontologische Uebungen leitet Prof. *von Seebach*, in gewohnter Weise, Montag, Dienstag und Donnerstag 10—1 Uhr, privatissime, aber unentgeltlich.

Die in der Geologie Fortgeschrittneren ladet Prof. *von Seebach* zu der geologischen Gesellschaft ein, Mittwoch Abends 6—8 Uhr.

Petrographische Uebungen, mit besonderer Berücksichtigung des mikroskopischen Studiums der Gesteine: Dr. *Lang*, privatissime, aber unentgeltlich, Dienst. 10 Uhr.

Experimentalphysik, zweiter Theil, Magnetismus Elektricität und Wärme: Prof. *Riecke*, Montag, Dienst., Donnerst., Freit., 5 Uhr.

Ueber Auge und Mikroskop: Prof. *Listing*, privatissime, in zwei zu verabredenden Stunden.

Die praktischen Uebungen im physikalischen Laboratorium leitet Prof. *Riecke*, in Gemeinschaft mit Dr. *Fromme*, in gewohnter Weise, Dienst. und Freit. 3—5 Uhr, Sonnabend 9—1 Uhr.

Physikalisches Colloquium: Prof. *Listing*, Sonnab. 11—1 Uhr.

Hydrodynamik und Optik: vgl. *Mathematik* S. 388.

In dem mathematisch-physikalischen Seminar leitet physikalische Uebungen Prof. *Listing*, Mittwoch um 12 Uhr. Ausgewählte Partieen der Hydrodynamik: Prof. *Riecke*. Vgl. *Mathematik und Astronomie* S. 388.

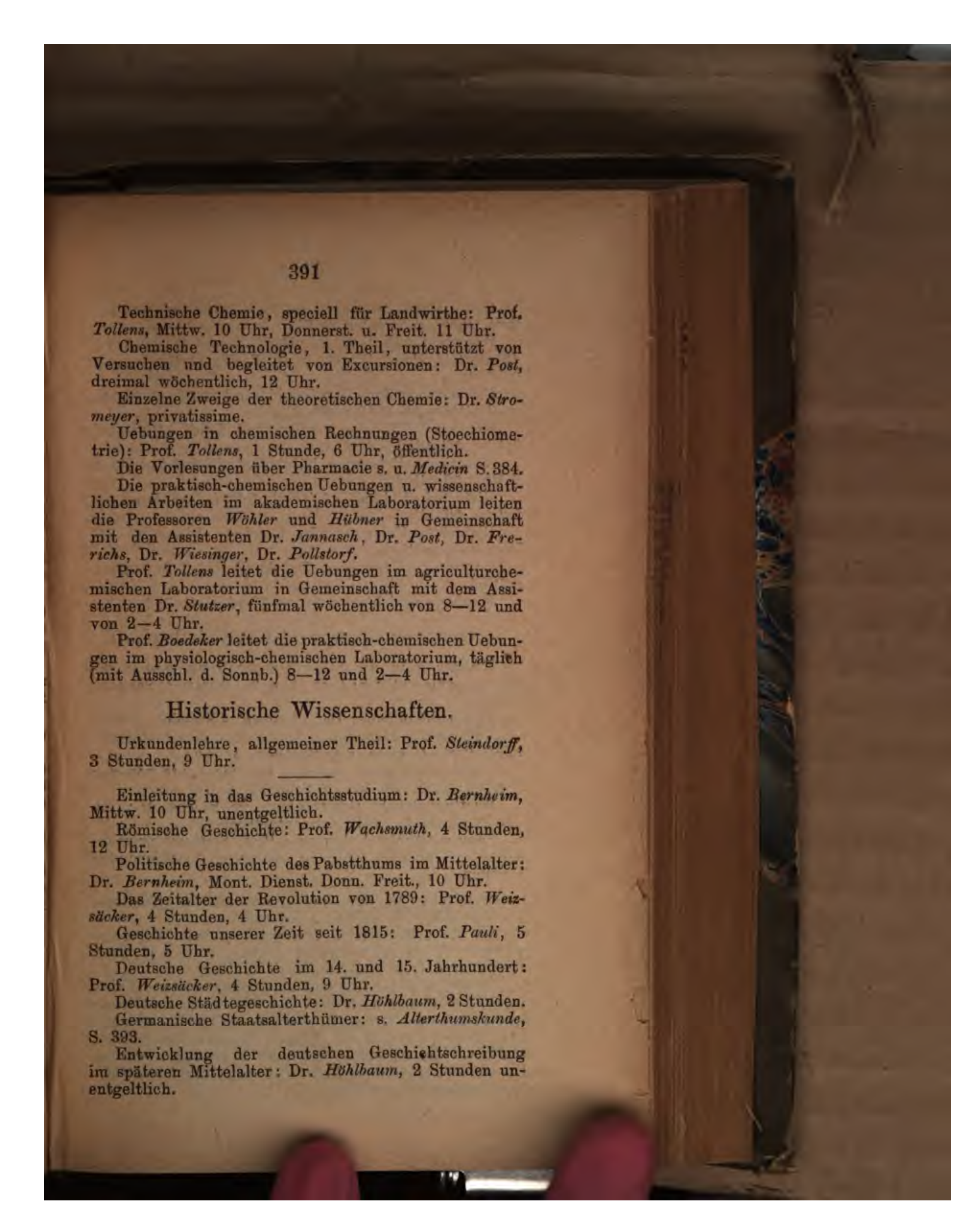
Allgemeine Chemie: Prof. *Hübner*, sechs Stund., 9 Uhr.

Grundlehren der Chemie: Prof. *Hübner*, Freit., 12 Uhr.

Organische Chemie: Dr. *Post*, dreimal wöchentlich, 12 Uhr.

Organische Chemie für Mediciner: Prof. *von Uslar*, in später zu bestimmenden Stunden.

Organische Chemie speciell für Mediciner: Prof. *Tollens*, in 2 näher zu bestimmenden Stunden.



Technische Chemie, speciell für Landwirthe: Prof. *Tollens*, Mittw. 10 Uhr, Donnerst. u. Freit. 11 Uhr.

Chemische Technologie, 1. Theil, unterstützt von Versuchen und begleitet von Excursionen: Dr. *Post*, dreimal wöchentlich, 12 Uhr.

Einzelne Zweige der theoretischen Chemie: Dr. *Stromeyer*, privatissime.

Uebungen in chemischen Rechnungen (Stoechiometrie): Prof. *Tollens*, 1 Stunde, 6 Uhr, öffentlich.

Die Vorlesungen über Pharmacie s. u. *Medicin* S. 384.

Die praktisch-chemischen Uebungen u. wissenschaftlichen Arbeiten im akademischen Laboratorium leiten die Professoren *Wöhler* und *Hübner* in Gemeinschaft mit den Assistenten Dr. *Jannasch*, Dr. *Post*, Dr. *Frerichs*, Dr. *Wiesinger*, Dr. *Pollstorf*.

Prof. *Tollens* leitet die Uebungen im agriculturchemischen Laboratorium in Gemeinschaft mit dem Assistenten Dr. *Stutzer*, fünfmal wöchentlich von 8—12 und von 2—4 Uhr.

Prof. *Boedeker* leitet die praktisch-chemischen Uebungen im physiologisch-chemischen Laboratorium, täglich (mit Ausschl. d. Sonnb.) 8—12 und 2—4 Uhr.

Historische Wissenschaften.

Urkundenlehre, allgemeiner Theil: Prof. *Steindorff*, 3 Stunden, 9 Uhr.

Einleitung in das Geschichtsstudium: Dr. *Bernheim*, Mittw. 10 Uhr, unentgeltlich.

Römische Geschichte: Prof. *Wachsmuth*, 4 Stunden, 12 Uhr.

Politische Geschichte des Pabstthums im Mittelalter: Dr. *Bernheim*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 10 Uhr.

Das Zeitalter der Revolution von 1789: Prof. *Weizsäcker*, 4 Stunden, 4 Uhr.

Geschichte unserer Zeit seit 1815: Prof. *Pauli*, 5 Stunden, 5 Uhr.

Deutsche Geschichte im 14. und 15. Jahrhundert: Prof. *Weizsäcker*, 4 Stunden, 9 Uhr.

Deutsche Städtegeschichte: Dr. *Höhlbaum*, 2 Stunden.

Germanische Staatsalterthümer: s. *Alterthumskunde*, S. 393.

Entwicklung der deutschen Geschichtschreibung im späteren Mittelalter: Dr. *Höhlbaum*, 2 Stunden unentgeltlich.

Einleitung in die Geschichte des preussischen Staates: Prof. *Pauli*, 4 Stunden, 8 Uhr.

Geschichte Italiens im Mittelalter: Assessor Dr. *Wüstenfeld*, Mont. Dienst. Donn. Freit., 11 Uhr, unentgeltlich.

Uebungen in der alten Geschichte leitet Prof. *Wachsmuth*, Donnerst. 6 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen leitet Prof. *Pauli*, Mittwoch, 6 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen leitet Prof. *Weizsäcker*, Freit. 6 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen leitet Prof. *Steindorff*, Donnerst. 5 Uhr, öffentlich.

Historische Uebungen: Dr. *Bernheim*, Dienst. 6–7½ Uhr, unentgeltlich.

Historische Uebungen: Dr. *Höhlbaum*, 1 St., unentgeltlich.

Kirchengeschichte: s. unter *Theologie* S. 382.

Staatswissenschaft und Landwirthschaft.

Einleitung in die allgemeine Statistik und in die Bevölkerungsstatistik: Prof. *Wappäus*, Mittw. u. Sonnab., 11 Uhr.

Nationalökonomie: Dr. *Pierstorff*, 4 Stunden, 5 Uhr.

Volkswirthschaftspolitik (praktische Nationalökonomie): Prof. *Hanssen*, vier Stunden, 3 Uhr.

Finanzwissenschaft, insbesondere die Lehre von den Steuern: Prof. *Hanssen*, 4 Stunden, 5 Uhr.

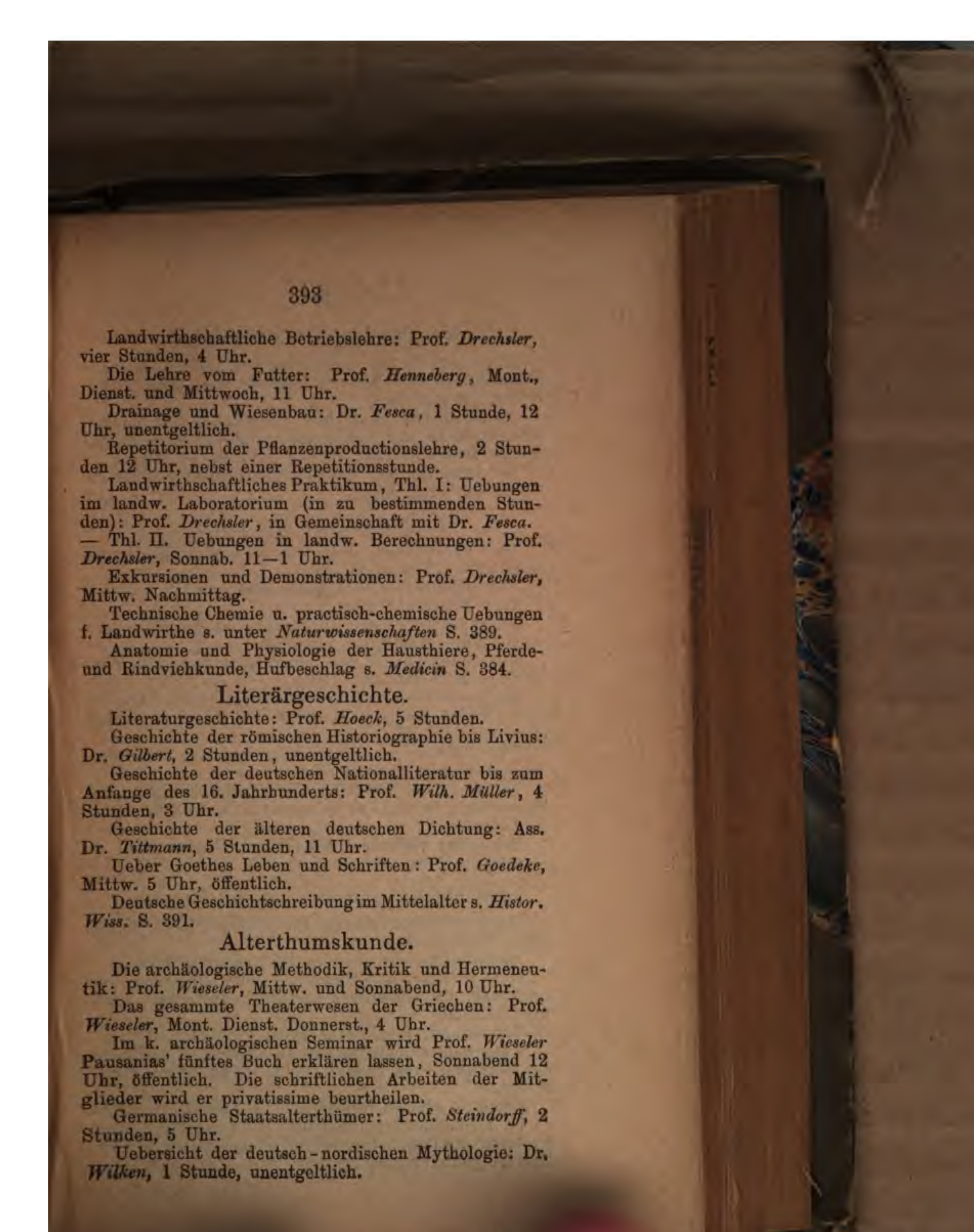
Wirthschaftliche Gesetzgebung im Reiche, II.: Dr. *Pierstorff*, Mittw. 6 Uhr, unentgeltlich.

Kameralistische Uebungen: Prof. *Soetbeer*, privatissime aber unentgeltlich, in später zu bestimmenden Stunden.

Einleitung in das landwirthschaftliche Studium: Prof. *Drechsler*, 1 Stunde, öffentlich.

Die Ackerbausysteme (Felderwirthschaft, Feldgraswirthschaft, Fruchtwechselwirthschaft u. s. w.): Prof. *Griepenkerl*, Dienst. u. Donnerst. 12 Uhr.

Die landwirthschaftliche Thierproductionslehre (Lehre von den Nutzungen, Raçen, der Züchtung, Ernährung und Pflege des Pferdes, Rindes, Schafes und Schweines): Prof. *Griepenkerl*, Mont. Dienst. Donnerst. und Freit., 5 Uhr. — Im Anschluss an diese Vorlesungen werden Exkursionen nach benachbarten Landgütern und Fabriken veranstaltet werden.



Landwirthschaftliche Betriebslehre: Prof. *Drechsler*, vier Stunden, 4 Uhr.

Die Lehre vom Futter: Prof. *Henneberg*, Mont., Dienst. und Mittwoch, 11 Uhr.

Drainage und Wiesenbau: Dr. *Fesca*, 1 Stunde, 12 Uhr, unentgeltlich.

Repetitorium der Pflanzenproductionslehre, 2 Stunden 12 Uhr, nebst einer Repetitionsstunde.

Landwirthschaftliches Praktikum, Thl. I: Uebungen im landw. Laboratorium (in zu bestimmenden Stunden): Prof. *Drechsler*, in Gemeinschaft mit Dr. *Fesca*. — Thl. II. Uebungen in landw. Berechnungen: Prof. *Drechsler*, Sonnab. 11—1 Uhr.

Exkursionen und Demonstrationen: Prof. *Drechsler*, Mittw. Nachmittag.

Technische Chemie u. practisch-chemische Uebungen f. Landwirthe s. unter *Naturwissenschaften* S. 389.

Anatomie und Physiologie der Hausthiere, Pferde- und Rindviehkunde, Hufbeschlag s. *Medicin* S. 384.

Literärgeschichte.

Literaturgeschichte: Prof. *Hoeck*, 5 Stunden.

Geschichte der römischen Historiographie bis Livius: Dr. *Gilbert*, 2 Stunden, unentgeltlich.

Geschichte der deutschen Nationalliteratur bis zum Anfange des 16. Jahrhunderts: Prof. *Wilh. Müller*, 4 Stunden, 3 Uhr.

Geschichte der älteren deutschen Dichtung: Ass. Dr. *Tittmann*, 5 Stunden, 11 Uhr.

Ueber Goethes Leben und Schriften: Prof. *Goedeke*, Mittw. 5 Uhr, öffentlich.

Deutsche Geschichtschreibung im Mittelalter s. *Histor. Wiss.* S. 391.

Alterthumskunde.

Die archäologische Methodik, Kritik und Hermeneutik: Prof. *Wieseler*, Mittw. und Sonnabend, 10 Uhr.

Das gesammte Theaterwesen der Griechen: Prof. *Wieseler*, Mont. Dienst. Donnerst., 4 Uhr.

Im k. archäologischen Seminar wird Prof. *Wieseler* Pausanias' fünftes Buch erklären lassen, Sonnabend 12 Uhr, öffentlich. Die schriftlichen Arbeiten der Mitglieder wird er privatissime beurtheilen.

Germanische Staatsalterthümer: Prof. *Steindorff*, 2 Stunden, 5 Uhr.

Uebersicht der deutsch-nordischen Mythologie: Dr. *Wilken*, 1 Stunde, unentgeltlich.

Vergleichende Sprachlehre.

Einleitung in das vergleichende Studium der indogermanischen Sprachen: Dr. *Bezzenberger*, Mont. Donn. 6 Uhr, unentgeltlich,

Vergleichende Laut- und Formenlehre der lateinischen Sprache mit Berücksichtigung der übrigen italischen Dialekte: Prof. *Fick*, 4 Stunden, 10 Uhr.

Zur Leitung einer sprachvergleichenden Societät erbietet sich Prof. *Fick*.

Orientalische Sprachen.

Die Vorlesungen über das A. und N. Testament siehe unter *Theologie* S. 381.

Formenlehre der aramäischen Sprachen: Prof. *de Lagarde*, 5 Stunden, 8 Uhr.

Ausgewählte Stücke aus Arabischen Schriftstellern erklärt Prof. *Wüstenfeld*, privatissime.

Den ersten Tractat der beiden Talmude erklärt Prof. *de Lagarde*, 5 Stunden, 9 Uhr.

Die grammatischen Schriften des Gregor Abulfaradsch (nach Martins Ausgabe) lässt zweimal zu gelegener Zeit öffentlich Prof. *de Lagarde* erklären.

Unterricht in der äthiopischen Sprache: Prof. *Bertheau*, Dienst. u. Freit. 2 Uhr.

Erklärung des Vendidad unter Berücksichtigung des Huzwaresch, zweimal zu gelegener Zeit, öffentlich Prof. *de Lagarde*.

Erklärung vedischer Lieder: Prof. *Benfey*, Mont. u. Donnerst. 5 Uhr.

Griechische und lateinische Sprache.

Hermeneutik und Kritik: Prof. *Sauppe*, Mont. Dienst. Donn. Freit. 9 Uhr.

Metrik: Prof. *von Leutsch*, 4 Stunden, 10 Uhr.

Homers Ilias, mit Einleitung über Ursprung und Schicksale der homerische Gedichte: Dr. *Niese*, 2 St., unentgeltlich.

Thukydides: Prof. *von Leutsch*, 4 Stunden, 3 Uhr.

Ausgewählte Gedichte (Satiren, Epoden, Oden, Briefe) des Horatius: Prof. *Sauppe*, Mont. Dienst. Donn. Freit. 2 Uhr.

Gesch. d. röm. Historiographie: s. Literaturg. S. 393.

Im k. philologischen Seminar leitet die schriftlichen Arbeiten und Disputationen Prof. *Sauppe*, Mittw. 11 Uhr; lässt Polybios 12. Buch erklären Prof. *Wachsmuth*, Mont.

u. Dienst., 11 Uhr; lässt Vergils Georgica erklären Prof. *von Leutsch*, Donnerst. u. Freit., 11 Uhr, alles öffentlich.

Im philologischen Proseminar leiten die schriftlichen Arbeiten und Disputationen die Prof. *v. Leutsch* (Mittw. 10 Uhr), *Sauppe* (Mittw. 2 Uhr) u. *Wachsmuth* (Sonnab. 11 Uhr); lässt Polybios 1. Buch Prof. *Wachsmuth*, Sonn. 11 Uhr, und Vergils Ecloge 9 Prof. *v. Leutsch* erklären, Mittw. 10 Uhr, alles öffentlich.

Deutsche Sprache.

Gotische Grammatik und Erklärung des Vulfila: Dr. *Wilken*, Mittw. und Sonnabend 11 Uhr.

Grammatik der angelsächsischen Sprache und Erklärung des Beowulfsliedes: Prof. *Th. Müller*, Mont. Dienst. Donnerst. 4 Uhr.

Ausgewählte Lieder der Edda erklärt (mit literarischer Einleitung): Dr. *Wilken*, Mont. Dienst. Donn. 4 Uhr.

Ausgewählte althochdeutsche und mittelhochdeutsche Dichtungen (nach W. Wackernagels kleinerem altdeutschem Lesebuche): Prof. *Wilh. Müller*, Mont. Dienst. Donnerst. 10 Uhr.

Die Uebungen der deutschen Gesellschaft leitet Prof. *Wilh. Müller*, Dienst. 6 Uhr.

Geschichte der deutschen Literatur: s. *Literärgeschichte*, S. 393.

Neuere Sprachen.

Uebungen in der französischen und englischen Sprache, die ersteren Mont. Dienst. Mittw., die letzteren Donn. Freit. Sonnabend, 12 Uhr: Prof. *Th. Müller*.

In der romanischen Societät wird *Derselbe*, Freit. 4 Uhr, öffentlich ausgewählte provenzalische Dichtungen erklären lassen.

Schöne Künste. — Fertigkeiten.

Ueber Raphael Santi von Urbino: Prof. *Unger*, Dienst. 6 Uhr, öffentlich.

Unterricht im Zeichnen mit besonderer Rücksicht auf naturhistorische und anatomische Gegenstände: Zeichenlehrer *Peters*, Sonnabend Nachm. 2—4 Uhr.

Geschichte der neueren Musik: Prof. *Krüger*, vier Stunden, 12 Uhr.

Harmonie- und Kompositionslehre, verbunden mit

praktischen Uebungen: Musikdirector *Hille*, in passenden Stunden.

Zur Theilnahme an den Uebungen der Singakademie und des Orchesterspielvereins ladet *Derselbe* ein.

Reitunterricht ertheilt in der K. Universitäts-Reitbahn der Univ.-Stallmeister *Schweppe*, Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag, Sonnabend Vormittags von 8—12 und Nachm. (ausser Sonnabend) von 3—4 Uhr.

Fechtkunst lehrt der Universitätsfechtmeister *Grüneklee*, Tanzkunst der Universitätstanzmeister *Höltzke*.

Oeffentliche Sammlungen.

Die *Universitätsbibliothek* ist geöffnet Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag von 2 bis 3, Mittwoch und Sonnabend von 2 bis 4 Uhr. Zur Ansicht auf der Bibliothek erhält man jedes Werk, das man in gesetzlicher Weise verlangt; verliehen werden Bücher nach Abgabe einer Semesterkarte mit der Bürgschaft eines Professors.

Ueber den Besuch und die Benutzung *der theologischen Seminarbibliothek*, des *Theatrum anatomicum*, des *physiologischen Instituts*, der *pathologischen Sammlung*, der *Sammlung von Maschinen und Modellen*, des *zoologischen* und *ethnographischen Museums*, des *botanischen Gartens*, der *Sternwarte*, des *physikalischen Cabinets*, der *mineralogischen* und der *geognostisch-paläontologischen Sammlung*, der *chemischen Laboratorien*, des *archäologischen Museums*, der *Gemäldesammlung*, der *Bibliothek des k. philologischen Seminars*, des *diplomatischen Apparats*, der *Sammlungen des landwirthschaftlichen Instituts* bestimmen besondere Reglements das Nähere.

Bei dem Logiscommissär, Pedell *Bartels* (Weenderstr. 82), können die, welche Wohnungen suchen, sowohl über die Preise, als andere Umstände Auskunft erhalten, und auch im voraus Bestellungen machen.



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

16. August. №. 16. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 5. August.

Benfey, ṛi bezeichnet in den Veden sowohl den kurzen als langen Vokal.
Derselbe, nédîyans, nédishṭha.
Derselbe, das indogermanische Thema des Zahlworts »zwei« ist du.
Unger, Zur Geschichte der Schlangensäule zu Constantinopel. (Vorgelegt von Wieseler).
Brugsch, Ueber die Libyschen Völker im 14. Jahrhundert vor Christus. (Erscheint in den Abhdlgn.).

Zur Geschichte der Schlangensäule in Constantinopel.

Von

Fr. W. Unger.

Vorgelegt von Wieseler.

Eine Beschäftigung mit den Kunstdenkmälern in Constantinopel führte mich auf die Frage, wann die vor einigen Jahren vielbesprochene Schlangensäule auf dem ehemaligen Hippodrom, dem heutigen Atmeidan ihre drei Köpfe verloren

habe, und bei der Musterung der Reisebeschreibungen aus den letzten Jahrhunderten stieß mir eine Stelle auf, die Frick zwar angeführt hat, deren Inhalt aber nicht weiter beachtet worden ist. Dieser Inhalt erschien mir aber um so interessanter, als er nicht allein über den Verlust der drei Köpfe sehr bestimmten Aufschluß giebt, sondern auch ein Moment enthält, welches für die Beurtheilung des merkwürdigen Denkmals und namentlich für die Frage, ob dasselbe wirklich ein ächter Ueberrest des platäischen Weihgeschenkes aus Delphi sei, eine gewisse Tragweite zu haben scheint. Ich halte es daher nicht für überflüssig, nachträglich auf diese Stelle aufmerksam zu machen.

Es ist bekannt, daß einer der drei Köpfe durch einen Sultan beschädigt wurde. In Salomon Schweiggers newer Reißbeschreibung auß Teutschland nach Constantinopel und Jerusalem, Nürnberg 1608, Seite 184, wird berichtet: »Von dieser Schlangensäul ist die Sage, daß um derselben willen keine Schlang in die Stadt kommen könnt, als aber Mahomet die Stadt Constantinopel eingenommen und dieselbe besichtigt, hab er diese gegossene Schlang antroffen vnnd mit seinem Busigan (oder Streitkolben) von derselben Schlangen den untern Theil des Kopfes weggeschlagen, alsbald haben sich die Schlangen heuffig in der Stadt erzeigt, jedoch niemand beschädigt«. Die Erzählung, daß die Schlangensäule als ein Talisman gegen Schlangen errichtet sei, ist eine von den vielen Sagen, welche in den späteren Zeiten des byzantinischen Reichs auftauchen, und den nicht mehr verständlichen Denkmälern des Alterthums abergläubische Bedeutungen von Orakeln oder Talismanen beilegen. Das Zerschlagen des einen

Kopfes erzählt auch Joseph Bitton de Tournefort, relation d'un voyage du Levant, Amsterdam 1718, II. 9, doch schreibt dieser dieselbe nicht dem Mahomet, sondern dem Sultan Murad zu. Die drei Köpfe waren aber trotz dieser Beschädigung noch im Jahre 1699 vorhanden. In diesem Jahre befand sich de la Motraye in Constantinopel, und in dessen Reisebeschreibung findet sich eine von Hogarth gestochene Ansicht des Atmeidan auf welcher die dreiköpfige Säule neben dem ägyptischen Obelisken dargestellt ist, und zwar richtiger, als auf der bekannten Zeichnung von Wheler. Tournefort berichtet aber an dem angeführten Orte weiter; »Die Säule wurde im Jahre 1700 nach dem Frieden von Karlowitz umgeworfen, und die Köpfe der beiden andern Schlangen wurden zerschlagen; man weiß nicht, was daraus geworden ist, aber das Uebrige ist wieder aufgestellt, und findet sich zwischen den Obelisken, eben so weit von dem einen entfernt, wie von dem andern«.

Die Bezugnahme auf den Frieden von Karlowitz, der am 26. Januar 1699 geschlossen wurde, ist wohl nur als eine Zeitbestimmung anzusehen, ohne daß eine weitere Beziehung zwischen dem Friedensschluß und der Zerstörung des Denkmals bestände. Es geht aber aus Tourneforts Erzählung hervor, daß die Säule nicht mehr auf der ursprünglichen Stelle steht, und daß also der rohe Stein, auf welchem sie jetzt befestigt ist, nicht das Postament gebildet hat, welches dieselbe auf dem Hippodrom in byzantinischer Zeit trug. Auch auf der Hogarthschen Ansicht steht sie nicht in der Mitte zwischen den beiden Obelisken, sondern ziemlich nahe bei dem ägyptischen.

Der andere Obelisk ist auf dieser Zeichnung

nicht zu sehen, muß aber nach derselben ziemlich weit von der Schlangensäule entfernt gewesen sein. Ueberhaupt ist nicht zu ermitteln, wie sich diese drei Denkmäler in ihrer Aufstellung früher zu einander verhalten haben, denn die von Du Cange in der Constantinopolis christiana publicirte Zeichnung von dem Hippodrom in dem ruinenhaften Zustande, in welchem er sich zu dessen Zeit befand, enthält die Schlangensäule gar nicht, während Gyllius, de topographia Constantinopoleos II, 13 nur sagt, daß sie in derselben Reihe mit den andern Säulen stehe, welche die Mitte des Hippodroms der Länge nach einnahmen. Danach ist nur soviel ausgemacht, daß sie zu den Zierden der Meta gehört hat.

An dem Grunde der Säule erkennt man nach den bekannt gewordenen Abbildungen deutlich, daß eben so wie die Köpfe auch die Schwänze der drei Schlangen abgebrochen sind. Es ist daher wohl anzunehmen, daß diese Schwänze auf dem antiken Postament, welches wahrscheinlich mit nach Constantinopel gekommen und auf dem Hippodrom aufgestellt gewesen, in geschmackvoller Weise ausgebreitet waren.

Alle Schlüsse, die man etwa auf die Beschaffenheit des jetzigen Trägers der Säule gründen könnte, sind daher von der Hand zu weisen, und namentlich berechtigt nichts zu der Annahme, daß die Säule jemals zu einer Wasserkunst benutzt worden wäre. Auf die Fabel, welche man dem Bondelmonti erzählte, daß bei gewissen festlichen Veranlassungen Wein, Wasser und Milch aus den drei Köpfen der Schlangen geflossen sei, ist nichts zu geben, und wenn man Reste einer alten Wasserröhre in der Nähe gefunden hat, so liegt es nahe genug, dieselbe

mit der im Hippodrom befindlichen Phiala, auf deren Spitze Constantin VI. nach dem Anon. des Banduri, p. 41 P. und Codin. p. 124 B. die eherne Statue seiner Mutter Eirene, der Athenienserin setzte, in Verbindung zu bringen, und nichts spricht für die Annahme, daß sie der Schlangensäule Wasser zugeführt habe.

Universität.

In der philosophischen Facultät hat Dr. phil. G. E. Müller sich als Privatdocent habilitiert und für das Fach der Philosophie die venia legendi erhalten.

Verzeichniß der vom 1. Juli 1875 bis Ende Juni 1876 vollzogenen Promotionen der philosophischen Fakultät.

I. Ehrenpromotionen.

1. 3. September 1875 Dr. jur. Carl Hermann Gildemeister in Bremen bei Gelegenheit seines 50jährigen Doctor-Jubiläums.
2. 6. April 1876 Dr. med. Georg Friedrich Louis Stromeyer in Hannover, früher Generalstabsarzt des hannoverschen Heeres, bei Gelegenheit seines 50jährigen Doctor-Jubiläums.

II. Unter dem Decanat des Hofrath v. Leutsch und des Hofrath Lotze bewilligte Promotionen.

1. 5. Mai 1874 Charisius Papamarku

aus Macedonien; Dissertation: Ueber die Psychologie des Plato.

2. 3. August 1874 Adolf Mannheimer aus Darmstadt; Diss.: Die Ideenlehre bei den Sokratikern Xenokrates und Aristoteles.

3. 20. Februar 1875 Franz Himstedt aus Braunschweig; Diss.: Ueber Schwingungen eines Magneten unter dem Einfluß einer Kupferkugel.

4. 26. Februar Julius Müller aus Grohnde; Diss.: Ueber den reciproken Polaren zweiten Grades.

5. 6. März Wilh. Jul. Behrens aus Braunschweig; Diss.: Ueber den anatomischen Bau des Griffels und der Narbe einiger Pflanzengattungen.

6. 10. März Carl Voss aus Bremen; Diss.: Ueberführung des Parabromtoluols in Bibromtoluol.

7. 10. März Werner Kelbe aus Blankenburg; Diss.: Ueber Nitrobenztoluidine und die Einwirkung von Wasserstoff auf dieselben.

8. 16. März Peter Prinz aus Emden; Diss.: Ueber Markward von Anweiler.

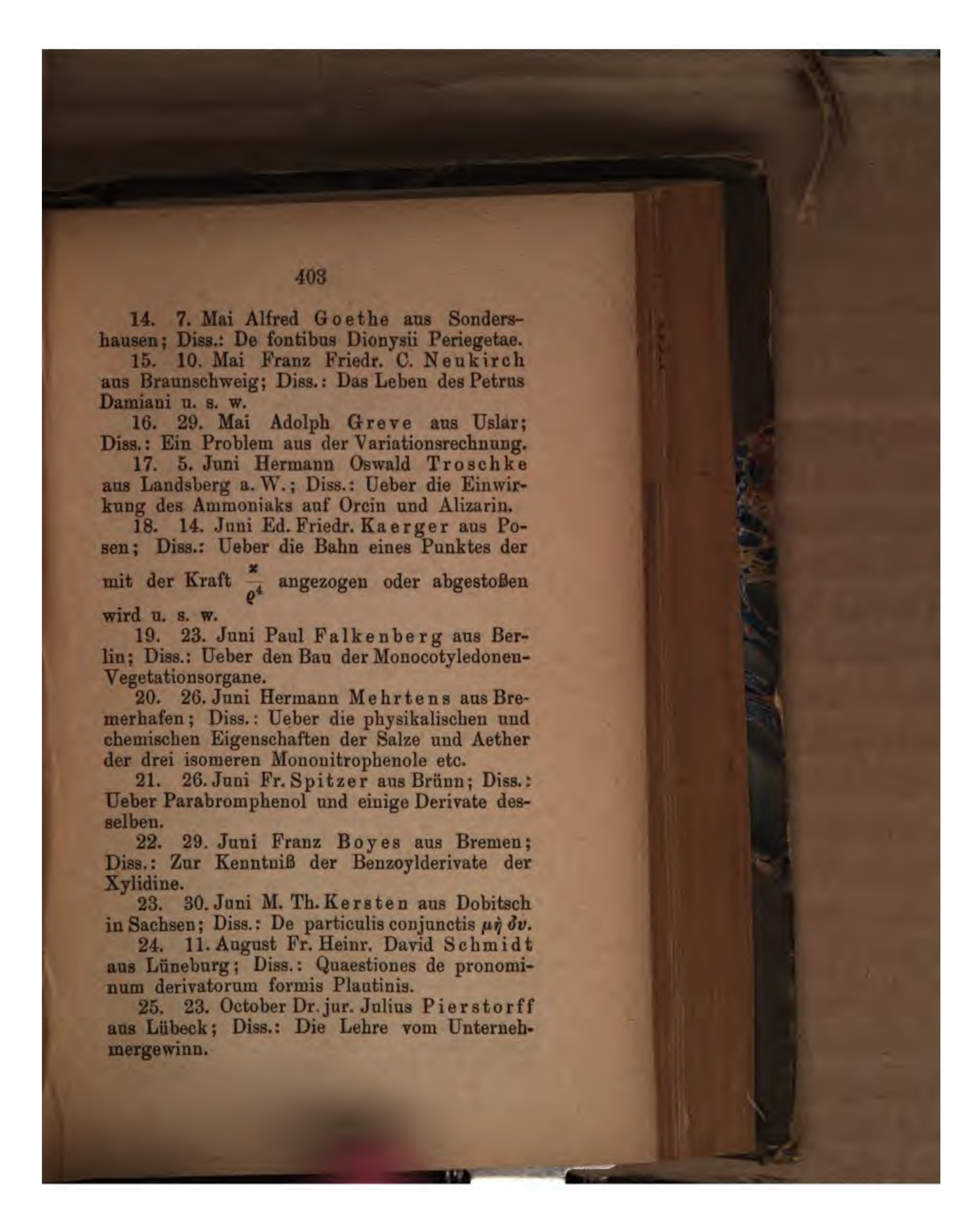
9. 18. März Christian Rudolph aus Hannover; Diss.: Ueber Nitroanilide und deren Verhalten bei der Reduction.

10. 6. April Wilhelm Röhrmann aus Osterode; Diss.: Oratio, quae est contra Macartatum, num Demosthenis esse judicanda sit; in abs.

11. 10. April C. A. W. Seidel aus Scheibendorf; Diss.: Ueber Schwefelphosphorverbindungen.

12. 28. April Otto Wolffenstein aus Berlin; Diss.: Ueber das Sortiren von Saatgut.

13. 1. Mai Jacob Mohr aus Neumarkt; Diss.: Die historische Stellung Heraklits.



14. 7. Mai Alfred Goethe aus Sondershausen; Diss.: De fontibus Dionysii Periegetae.

15. 10. Mai Franz Friedr. C. Neukirch aus Braunschweig; Diss.: Das Leben des Petrus Damiani u. s. w.

16. 29. Mai Adolph Greve aus Uslar; Diss.: Ein Problem aus der Variationsrechnung.

17. 5. Juni Hermann Oswald Troschke aus Landsberg a. W.; Diss.: Ueber die Einwirkung des Ammoniaks auf Orcin und Alizarin.

18. 14. Juni Ed. Friedr. Kaerger aus Posen; Diss.: Ueber die Bahn eines Punktes der mit der Kraft $\frac{\varkappa}{\varrho^4}$ angezogen oder abgestoßen wird u. s. w.

19. 23. Juni Paul Falkenberg aus Berlin; Diss.: Ueber den Bau der Monocotyledonen-Vegetationsorgane.

20. 26. Juni Hermann Mehrtens aus Bremerhafen; Diss.: Ueber die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Salze und Aether der drei isomeren Mononitrophenole etc.

21. 26. Juni Fr. Spitzer aus Brünn; Diss.: Ueber Parabromphenol und einige Derivate desselben.

22. 29. Juni Franz Boyes aus Bremen; Diss.: Zur Kenntniß der Benzoylderivate der Xylidine.

23. 30. Juni M. Th. Kersten aus Dobitsch in Sachsen; Diss.: De particulis conjunctis μὴ ὄν.

24. 11. August Fr. Heinr. David Schmidt aus Lüneburg; Diss.: Quaestiones de pronominum derivatorum formis Plautinis.

25. 23. October Dr. jur. Julius Pierstorff aus Lübeck; Diss.: Die Lehre vom Unternehmergewinn.

III. Unter dem Decanate des Hofrath Bertheau bewilligte und vollzogene Promotionen.

1. 23. Juli 1875 Anton Marty aus Schwyz; Diss.: Kritik der Theorien über den Sprachursprung.

2. 5. August Hermann Northrop Morse aus Cambridge V. St.; Diss.: Ueber einige Derivate des Ortho- und Paraamidophenols.

3. 6. August Liman Becher Hall aus Neu-Bedford (Massachusets); Diss.: Ueber Orthonitrosalicylsäure und einige Abkömmlinge derselben.

4. 12. August William Rogers aus Rosemill Dundee, Schottland; Diss.: On some of the Derivatives of salicylic Acid.

5. 12. August Carl Heinr. Ansgar Knoll aus Rawicz in Posen; Diss.: Beiträge zur italienischen Historiographie im XIV. Jahrhundert.

6. 13. August Paul Wittelshöfer aus Berlin; Diss.: Beiträge zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Schwefelsäure bei verschiedenen Graden der Concentration.

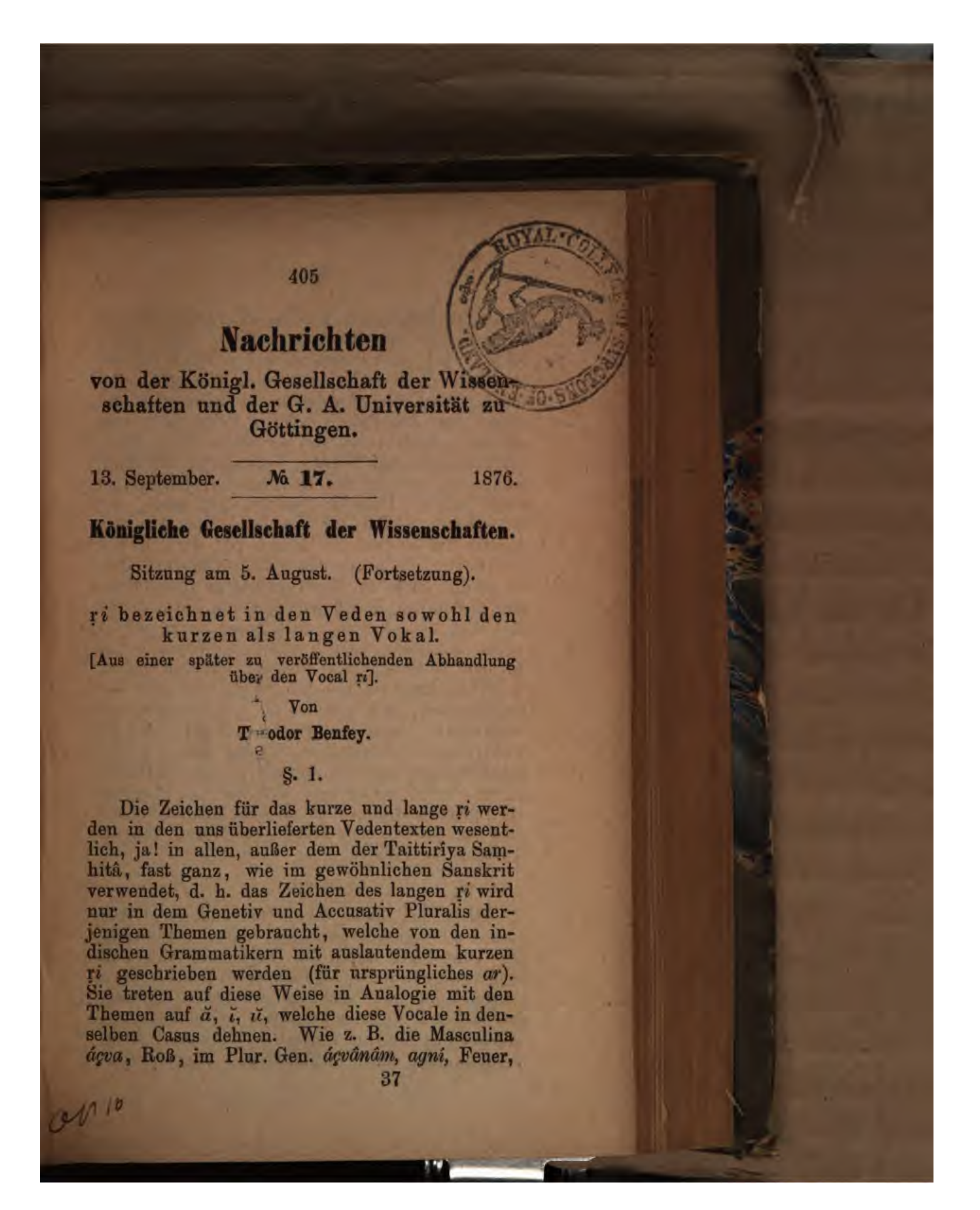
7. 18. August Joh. Gustav Hellmann aus Loewen in Schlesien; Diss.: Die täglichen Veränderungen der Temperatur der Atmosphäre in Norddeutschland.

8. 19. August Gustav von Rath aus Lauersfurt bei Moers; Diss.: Ueber Anthracen und Anthrachinonmonocarbonsäure.

9. 19. August Carl Lorenz aus Berlin; Diss.: Ueber Stilben und die Einwirkung des erhitzten Bleioxyds auf Toluol.

10. 28. August Joh. Ponomareff aus Rußland; Diss.: Ueber das Pseudoschwefelcyan und seine Derivate.

(Fortsetzung folgt).



Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

13. September. № 17. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 5. August. (Fortsetzung).

ṛi bezeichnet in den Veden sowohl den kurzen als langen Vokal.

[Aus einer später zu veröffentlichenden Abhandlung über den Vocal *ṛi*].

Von

Theodor Benfey.

§. 1.

Die Zeichen für das kurze und lange *ṛi* werden in den uns überlieferten Vedentexten wesentlich, ja! in allen, außer dem der Taittirîya Saṃhitâ, fast ganz, wie im gewöhnlichen Sanskrit verwendet, d. h. das Zeichen des langen *ṛi* wird nur in dem Genetiv und Accusativ Pluralis derjenigen Themen gebraucht, welche von den indischen Grammatikern mit auslautendem kurzen *ṛi* geschrieben werden (für ursprüngliches *ar*). Sie treten auf diese Weise in Analogie mit den Themen auf *ă*, *ĭ*, *ŭ*, welche diese Vocale in denselben Casus dehnen. Wie z. B. die Masculina *áçva*, Roß, im Plur. Gen. *áçvânâm*, *agni*, Feuer,

agnînā́m, *bhṛigu*, ein Eigenname, *bhṛigúṇâm* bilden, so *pitár* (bei den Indern *pitṛi*), Vater, *pitṛiṇā́m*; auch die Feminina auf *ṛi* folgen dieser Analogie; wie von *mati*, Sinn, *matînā́m*, von *dhenú*, Milchkuh, *dhenûnā́m*, so wird auch von *svásar* (bei den Indern *svásṛi*), Schwester, *svásṛîṇâm* gebildet; wie im Accusativ Plur. Masc. *áçvân*, *agnī́n*, von *bándhu*, Verwandter, *bándhûn*, so *pitṛī́n*, wie in den Fem. *matī́s*, *dhenū́s*, so auch *svásṛîs*. Dieselbe Analogie gilt auch, der Grammatik gemäß, für den Nom.-Voc.-Acc. der Neutra auf *ar* (bei den Indern *ṛi*); wie z. B. von *bhū́ri*, viel, die Form dieses Casus *bhū́rîṇi* lautet, so würde auch ein Neutrum auf *ar* (indisch *ṛi*) *ṛîṇi* auslauten; da ich jedoch keine Form dieser Art aus den Veden notirt habe, wage ich es nicht in diesen sich nur auf die Veden beziehenden Aufsätzen ein Beispiel dafür zu geben.

Sonst erscheint nur kurzes *ṛi*, und nach der Sorgsamkeit, mit welcher die Diaskeuasten der Vedentexte ihren Autoritäten gefolgt sind, ist wohl kaum zu bezweifeln, daß sie nur in denjenigen Fällen, in denen sie ein langes *ṛî* fixirten, diesen Vocal so hörten, daß sie ihn glaubten als Länge bestimmen zu müssen, in allen andern aber so, daß sie sich berechtigt fühlten, ihn als Kürze zu betrachten.

§. 2.

Allein ich habe schon an anderen Orten darauf aufmerksam gemacht, daß der Fixirung der Vedentexte durch die Diaskeuase eine Zeit vorherging, in welcher sie manche Veränderungen erlitten und zwar nicht am wenigsten dadurch, daß sich ein Vortrag derselben geltend machte, welcher das Metrum vielfach verdunkelte. Diese Verdunkelung hatte auch auf den Vocal *ṛi* Ein-

fluß und bewirkte, daß Silben, in denen er den Werth eines langen Vocals hatte, von denen, in welchen er kurz war, nicht unterschieden wurden. Es würde mir jetzt zu viel Zeit rauben, wollte ich alle Gründe geltend machen, welche sich für diese Annahme anführen lassen; ich muß dies für eine dem Vocal *ṛi* besonders gewidmete Abhandlung versparen und beschränke mich hier auf Anführung der wichtigsten, damit diese Annahme in der Grammatik der vedischen Sprache nicht ganz ungeschützt hervortritt.

§. 3.

In dieser Beziehung ist nun zunächst hervorzuheben, daß die Taittirîya-Saṃhitâ im Genetiv pluralis der Themen auf *ar*, statt des langen *ṛî* der übrigen Saṃhitâ's so wie des gewöhnlichen Sanskṛits, kurzes *ṛi* zeigt (siehe A. Weber in 'Indische Studien' XIII. 101 und vgl. z. B. TS. I. 8. 5. 2 = Ṛv. X. 57, 3 = VS. III. 53, wo die TS. *pitṛiṇá'm* liest, Ṛv. dagegen und VS. *pitṛîṇá'm;* diese Differenz zwischen der Taittirîya Saṃhitâ und den übrigen Veden ist auch in der Siddhânta Kaumudî 221, b bemerkt), während sie im Accusativ Pluralis, mit jenen übereinstimmend, langes *ṛî* hat, d. h. die Diaskeuasten der Taittirîya-Saṃhitâ hörten in *pitṛiná'm* von ihren Geranten dasselbe *ṛi* wie z. B. in *pitṛíbhis*, keinesweges aber dasselbe wie in *pitṛî'n* (z. B. TS. II. 6. 12. 3 = Ṛv. X. 15, 3 = VS. XIX. 56 = Ath. XVIII. 1, 45).

§. 4.

Ferner: ähnlich, wie dieTS. im Genetiv plur. durchweg *ṛi* statt *ṛî* zeigt, ist nach Pâṇini VI. 4, 4. im classischen Sanskrit im Gen. pl. der Feminina *tisar*, drei, und *catasar*, vier, nur

kurzes *ṛi* verstattet, also nur *tisṛiṇâm* und *catasṛiṇâm* im Veda dagegen kommen nach Pâṇ. V.I 4, 5 beide Quantitäten in diesem Casus vor. In der That findet sich an zwei Stellen des Ṛv. VIII. 19,37 und 101 (90),6 *tisṛîṇâ'm* mit langem *ṛî* und in der letzteren ist die Länge auch durch das Metrum geschützt, da das *ṛî* in der sechsten Silbe eines achtsilbigen Stollens erscheint:

ékam putrám tisṛîṇâ'm - - - - | v - v - |[1]);

an einer dritten Stelle dagegen V. 69, 2 haben M. Müller's und Aufrechts Ausgaben *tisṛîṇâ'm*, was zwar leider nur auf der Uebereinstimmung der Handschriften des Saṃhitâ- und Padatextes zu beruhen scheint, aber in Folge von Pâṇini's Regel nicht beanstandet zu werden braucht trotz dem daß das kurze *ṛi* gerade an dieser Stelle ebenfalls metrisch entschieden den Werth eines langen Vocals hat. Der Stollen lautet nämlich:

tráyas tasthur vṛishabhâ'sas tisṛiṇâ'm;

er ist elfsilbig und *ṛi* fällt in die zehnte Silbe, welche der Regel nach und mit verhältnißmäßig so wenigen Ausnahmen lang erscheint (der Schluss-

1) Das auslautende °*ṇâm* hat den Werth zweier Silben. Ueber die Fälle, wo lange Vocale den Werth zweier haben, werde ich in einer besonderen Abhandlung sprechen. Hier bemerke ich nur, daß in allen denen, wo *â* aus zwei *a* contrahirt ist und das Metrum Zweisilbigkeit eines solchen *â* bedingt, die Zusammenziehung wieder rückgängig zu machen ist. Dies ist insbesondere in den Genetiven Plur. auf *sâm* (*shâm*) und *nâm* der Fall; diese Endungen sind die Genet. Plur. der Pronomina *sa* und *na*, lauteten also ursprünglich *saâm*, *naâm* und sind aus den Pronominalbildungen, vermittelst der sich den Formen der Pronomina anschließenden Pronominalia, in die Declination einiger Nominalcategorien gedrungen (vgl. 'Ueber die indogermanischen Endungen des Genetiv Singularis îans, îas, îa' in den 'Abhandlungen der Kön. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. XIX (1874), insbesondere §. 11, p. 33).

fuß ist nämlich bekanntlich *v* —́ —̆), daß, wo die Möglichkeit gegeben ist, sie lang zu lesen, diese Lesung statt finden muß. Wir haben demnach hier den ersten Fall, wo im Ṛv., trotz der von der Diaskeuase fixirten Kürze, das *ṛi* lang gelesen werden muß.

§. 5.

Weiter ist im classischen Sanskrit im Gen. pl. von *nár*, Mann, sowohl kurzes *ṛi* als langes *ṛî* verstattet (nach Pâṇ. VI. 4, 6 vgl. Sch. und Vopadeva III. 67). Im Veda dagegen erscheint nur kurzes *ṛi*. Allein hier treten uns schon eine ziemlich beträchtliche Anzahl von Fällen entgegen, in denen das Metrum entschieden diesem kurzen *ṛi* den Werth eines langen Vocals vindicirt.

So zunächst, wo es in der sechsten Silbe eines achtsilbigen Stollens erscheint:

Ṛv. I. 48,4 nấma gṛiṇâti nṛiṇấm — *v v* — | *v* $\overset{6}{—}$ *v* — |[1]). Ebenso III. 16, 4; V. 18, 5; VII. 32, 11; VIII. 66 (55), 5.

Ferner wo es in der zehnten Silbe eines elfsilbigen Stollens vorkömmt;

Ṛv. III. 52,8 puroḷấçaṃ vîrátamâya nṛinấm
v — — — | — *v v* — | *v* $\overset{10}{—}$ — |.

Eben so Ṛv. IV. 25, 4; V. 30, 12; VII. 1, 11; 19, 10 = Ath. XX. 37, 10; Ṛv. VII. 62, 4; X. 29, 2 = Ath. XX. 76, 2; Ṛv. X. 99, 9; 111, 1.

Endlich wo es in der zehnten Silbe eines zwölfsilbigen Stollens auftritt.

So Ṛv. X. 93, 12 dyutádyâmânaṃ vâvṛidhanta nṛiṇấm *v* — — — | — — *v* — | *v* — *v* — |[1]).

Diesem gemäß ist das kurze *ṛi* in *nṛiṇấm* in 15 Fällen entschieden lang zu sprechen. In allen übrigen — außer in einem — nämlich 10 — entscheidet das Metrum nicht über die Quantität. Denn der Vocal erscheint in der e r s t e n

1) s. Anm. auf S. 408.

Silbe des Stollens Rv. III. 51, 4; X. 29, 1; in der dritten I. 77, 4; II. 1, 1; VI. 65, 5; VII. 83, 7; in der vierten VIII. 40, 2; X. 93, 4; in der fünften X. 148, 4; in der sechsten in einem elfsilbigen Stollen VI. 33, 3.

Nur in I. 43, 7, wo das *ṛi* in der siebenten Silbe eines achtsilbigen Stollens vorkömmt, könnte es vielleicht entschieden kurz sein. Der Stollen lautet nämlich:

ní dhehi çatásya nṛiṇấm *v* — *v v* | — *vv* — |;
doch gehört der Schluß — *v v* — zu den minder gewöhnlichen. Aber ziehen wir diesen Vers ab, so bleiben doch 15, in denen *ṛi* entschieden lang zu sprechen ist, 10, in denen es lang gesprochen werden kann und also schon wegen der Majorität der Länge, so wie wegen der Länge in *tisṛiṇâm* und den hieher gehörigen Gen. pl. überhaupt, wohl unzweifelhaft ursprünglich lang gesprochen ward, und nur einer, in welchem zwar an und für sich die Kürze nicht unwahrscheinlich wäre, aber in Rücksicht auf jene 25 Fälle und den Umstand, daß der Schluß — *v* — — wohl eben so häufig als der — *v v* — sein möchte, (vgl. M. Müller, The sacred hymns of the Brahmans, translated etc. Preface, p. CXVI), doch wahrscheinlicher ist, daß *ṛi* urspünglich auch hier lang gesprochen ward.

§. 6.

Das entscheidendste Zeugniß liefert aber das Verbum *mṛiḍ*. Denn in dessen Ableitungen ist das *ṛi*, dem Metrum zufolge, entweder entschieden lang gesprochen, oder steht an Stellen, in denen es lang gesprochen werden konnte; aber auch unter den Fällen der letzteren Categorie sind nicht wenige, in denen die höchste Wahrscheinlichkeit für die Länge geltend gemacht

werden kann. Ja! unter der höchst beträchtlichen Anzahl von Stellen, in denen Ableitungen von *mṛiḍ* vorkommen, giebt es nur eine einzige, in welcher es wahrscheinlich, aber nichts weniger als nothwendig kurz gesprochen ward. Schon danach ist kaum zu bezweifeln, daß das *ṛi* in diesem Verbum ursprünglich lang gesprochen ward, und die Annahme wird durch die Etymologie desselben wohl vollständig gesichert. Doch diese Punkte bedürfen einer Ausführung im Einzelnen.

1) Entschieden lang ist *ṛi* zu sprechen in *mṛiḷât* Rv. X. 108, 5, wo es in der zehnten Silbe eines elfsilbigen Stollens steht:

Bṛiháspátir va ubhayâ′ ná mṛiḷât
v — v — | v v v — | v — — |.

Ferner in *mṛiḷa* Rv. I. 114, 6, wo es sich ebenfalls in der zehnten Silbe eines elfsilbigen Stollens befindet:

tmáne tokâ′ya tánayâya mṛiḷa
v — — — | v v v — | v — ⏓ |.

Eben so II. 27, 14; 33, 14 (= VS. XVI. 40 = TS. IV. 5. 10. 4; in der letzten ist V. L. *mṛiḍaya*, was in Bezug auf die zu sprechende Quantität keinen Unterschied macht; denn *mṛi*° bildet nun die zehnte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens); VII. 93, 7; X. 169, 1.

Dann in *mṛiḷatu* Rv. I. 179, 5, wo *ṛi* in der zehnten Silbe eines zwölfsilbigen Stollens erscheint:

yát sîm â′gaç cakṛimâ′ tát sú mṛiḷatu
— — — — | v v — — | v — v ⏓ |.

Ferner *mṛiḷatam* in Rv. VI. 74, 4, wo *ṛi* in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens steht:

Sómarudrâv ihá sú mṛiḷatam naḥ
— v — — | v v v — | v — — |.

Dann in *mṛḷata* in Rv. VIII. 18, 19 wo ṛi in der sechsten Silbe eines achtsilbigen Stollens vorkömmt:

â'dityâ ásti mṛḷata — — — — | v — v — |.

Eben so VIII. 67 (56), 19.

Auch in Rv. I. 171, 4 wo *ṛi* in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint; zu lesen:

tâ'ni âré cakṛimâ mṛḷâtâ naḥ
— v — — | v v — — | v — — |.

Eben so V. 57, 8; VI. 51, 5; VII, 60, 10; X. 34, 14.

Weiter in *mṛḷayâti* Rv. X. 66, 3, wo es die achte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens bildet:

rudró rudrébhir devó mṛḷayâti nas
— — — — | — — — — | v — v — |.

Dann *mṛḷaya* Rv. I. 12, 9 = Sv. II. 2. 2. 5. 3, wo es in der sechsten Silbe eines achtsilbigen Stollens erscheint:

tásmai pâvaka mṛḷaya — — — v | v — v — .

Eben so Rv. I. 25, 19 (= Sv. II. 7. 3. 6. 1 = VS. XXI. 1 = TS. II. 1. 11. 6); VI. 45, 17; VII. 89,1; VIII. 44,28; 45,31; 80(69),1; 2; 93 (82),27; IX. 61,5 (= Sv. II. 2. 1. 5. 2).

Ferner Rv. IX. 82,2 (= Sv. II. 5. 2. 13. 3, wo aber VL. *no mṛiḍa*, siehe weiterhin), wo ṛi im Rv. in der zehnten eines zwölfsilbigen Stollens steht:

apasédhan duritâ' Soma mṛḷaya
v v — — | v v — — | v — v —.

Durch die V.L. kommt im Sâmaveda ṛi in die elfte Silbe des zwölfsilbigen Stollens zu stehen, wo es entschieden kurz gesprochen ward. Mir scheint kaum zweifelhaft, daß die Sänger des Sâmaveda, welche mehrfach regelmäßige Formen des spätern Sanskrits an die Stelle der unregelmäßigen vedischen eindringen ließen (vgl. z. B. I. 2. 1. 5. 5 *bódhanmanâ* statt *bódhinmanâ*

in der entsprechenden Stelle des Rv. VIII. 93 (82),18, vgl. Rv. V, 75,5), sich zu ihrer Veränderung durch die spätere Aussprache des *ṛi* verleiten liessen; daß sie an andern Stellen keine Veränderung der Art vornahmen, kann dagegen nicht geltend gemacht werden. Das vedische Metrum war schon in der Recitation vielfach verdunkelt, um wie viel mehr im Gesang, und Consequenz ist im Allgemeinen in den Veden nicht erstrebt.

Nochmals erscheint *mṛiḷaya* in gleicher Weise (*ṛi* in der zehnten Silbe eines zwölfsilbigen Stollens) Rv. X. 33,3 und zum drittenmal X. 128,8 = TS. IV. 3. 14. 3 = Ath. V. 3,8; in der letzten Parallelstelle mit der V.L. *mṛiḍa*, wodurch *ṛi* in die zehnte Silbe eines elfsilbigen Stollens zu stehen kömmt, was bezüglich der vom Metrum geforderten Länge keinen Unterschied macht. Der Grund dieser Aenderung beruht darauf, daß die drei übrigen Stollen dieses Verses ebenfalls elfsilbig sind. Die Recitirer des Ath. Veda haben sich der Gleichheit wegen bestimmen lassen durch Aufnahme des gleichbedeutenden *mṛiḍa* statt *mṛiḍaya* auch den vierten den übrigen drei homogen zu machen. Der Wechsel von elf- und zwölfsilbigen Stollen in denselben Versen ist aber in den Veden sehr häufig; in der späteren Poësie jedoch vermieden. Beiläufig bemerke ich, daß im ersten Stollen dieses Verses statt *uruvyácâ* zu lesen ist *urvyácâ.*

Ferner in *mṛiḷayantu* Rv. I. 169,5, wo *ṛi* in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint:

té shú ṇo marúto mṛiḷayantu;

das erste Wort repräsentirt zwei Silben:

— *v* — | *v v* — — | *v* — ⏓.

An derselben Stelle erscheint ṛi in diesem Worte auch Rv. I. 171,3 und IV. 57,2 = TS. I. 1. 14. 3.

Weiter dann in dem Participialthema *mṛilayánt* (8 in 11) Rv. I. 107,1 = VS. VIII. 4 = TS. I. 4. 22

â'dityâso bhavatâ mṛilayántaḥ

— — — — | v v — — | v — —|.

Beiläufig bemerke ich, daß den unregelmäßigen Accent im Ptcp. auch die VS. hat; die TS. dagegen den regelmäßigen *mṛiḍáyantaḥ*.

(8 in 12) Rv. I. 136,1[b], wo *mṛilayádbhiâm* zu lesen:

havyám matím bharatâ mṛilayádbhyâm

— — v — | v v — — | v — v — |.

Rv. I. 94,14

sómâhuto járase mṛilayáttamaḥ

— v — — | v v — — | v — v — |.

I. 114,9 bhadrâ' hí te sumatír mṛilayáttamâ

— — v — | v v — — | v — v — |.

Endlich *mṛilayâ'kus* in Rv. II. 33,7 wo ṛi in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint; statt *kvà'sya* ist *kú asya* zu lesen und statt *rudra*, wie so oft, *rudara*:

kú asya te Rudara mṛilayâ'kus

v — v — | v v v — | v — — |.

2. In folgenden Stellen ist die Quantität des Vocals durch das Metrum nicht so unzweifelhaft festgestellt; doch ist

a., in den zunächst hervorzuhebenden die Länge höchst wahrscheinlich, nämlich:

α., in den Stellen, wo der Vocal ṛi in der zweiten Silbe eines Stollens erscheint: denn in dieser wird bekanntlich selbst eine entschieden kurze Silbe oft gedehnt (vgl. 'Die Quantitätsverschiedenheiten in den Saṃhitâ- und Pada-Texten u. s. w.' Abhandl. I. in 'Abhandlungen

d. kön. Ges. d. Wiss. XIX. p. 231). Dahin gehören:

mṛiḷâti in Rv. IV. 43,2; X. 46,1.
mṛiḷayâti Rv. VII. 87,7.
mṛiḷîkâ'ya Rv. I. 25,3.
mṛiḷîké Rv. VI. 48,12.
sumṛiḷîká Rv. I. 35,10 (= VS. XXXIV. 26); 91,11; 118,1; 129,3; 136,6; 139,6; IV. 1,20 (= VS. XXXIII. 16); VI. 47,12 (= VS. XX. 51 = TS. I. 7. 13. 4); 52,9 (= Sv. II. 7. 3. 13. 1 = VS. XXX. 77); VIII. 67(56)1 (= TS. II. 1. 11. 5); 10; IX. 69,10.

β., in denen, wo *ṛi* in der vierten Silbe achtsilbiger Stollen vorkömmt (vgl. 'Quantitätsverschiedenheiten' a. a. O.) Dahin gehören:

mṛiḷayâsi VIII. 6,25; 93(82),30.
mṛiḷayâti II. 41,11 = Ath. XX. 20,6.
mṛiḷayantu I. 23, 12.
mṛiḷayádbhyâm I. 136,1c.
mṛiḷayáttama V. 73,9.

γ., in denen, wo *ṛi* in der fünften Silbe eines elf- oder zwölfsilbigen Stollens sich findet (vgl. Quantitätsverschiedenheiten a. a. O.). Dahin gehören:

mṛiḷaya VIII. 48,8; X. 59,6
mṛiḷayata II. 29,2.

b. In folgenden Fällen könnte *ṛi* vom metrischen Gesichtspunkt aus eben so wohl lang als kurz sein; doch sprechen die Fälle 1 und 2a wohl entschieden dafür, daß es auch in diesen ursprünglich lang gesprochen ward. Dahin gehören die Fälle:

α., in denen es in der ersten Silbe eines Stollens steht, nämlich:

mṛiḷa I. 94,12; 114,2; 10; II. 33,11 (= TS.

IV. 5. 10. 3 = Ath. XVIII. 1,40); VII. 89,1; X. 25,3.

mṛḷátu V. 55,9.

mṛḷîkám X. 150,4.

mṛḷîkā́ya I. 25,5; VI. 50,1; X. 150,1—3; 5.

mṛḷîké VIII. 48,12.

β., in denen es in der dritten Silbe eines Stollens erscheint, nämlich:

mṛḷa IV. 9,1 (= Sv. I. 1. 1. 3. 3); VI. 47,10.

mṛḷâti IV. 57,1 (= TS. I. 1. 14. 3).

mṛḷâtaḥ I. 17,1.

mṛḷîká VI. 33,5.

mṛḷîkám IV. 1,3; 5 (= VS. XX. 4 = TS. II. 5. 12. 3); VII. 86,2.

γ., in denen es sich in der sechsten Silbe eines elfsilbigen Stollens findet, nämlich:

mṛḷatâ VI, 50,11.

mṛḷáyantî V. 41,18.

sumṛḷîkā́ya IV. 3,3.

3.) Es bleibt nur ein Fall, wo, wie schon angedeutet, die kurze Aussprache des *ṛi* sehr wahrscheinlich scheinen könnte, nämlich in

mṛḷantu VII. 56,17. Hier erscheint nämlich *ṛi* in der neunten Silbe eines elfsilbigen Stollens und diese Silbe ist in der weit überwiegenden Mehrzahl der hieher gehörigen Fälle kurz, indem der Schlußfuß dieser Stollen vorwaltend durch einen Bacchius (*v* — —) gebildet wird. Allein es giebt doch auch Ausnahmen; es erscheint auch — ⸗́ — als Schluß, vgl. Max Müller, Rig Veda Sanhita, translated etc., Pref. CXXXIII und CXXXVIII, wo in den Schlüssen — — — — und *v* — — — die erste Silbe nicht in Betracht kommt, da sie dem vorhergehenden Fuß angehört. Da nun in allen vorhergehenden — d. h. in allen übrigen — Fällen, der bisherigen Entwicklung gemäß, *ṛi* in *mṛiḍ* ursprüng-

lich lang gesprochen ward, so werden wir auch in diesem letzten Fall *mṛil̥antu* — ⏑́ — lesen und den Schluß zu den von M. Müller an den angeführten Orten gesammelten Fällen stellen.

§. 7.

Sind wir durch die hier zusammengestellten Thatsachen zu dem Resultat gelangt, daß der Vocal *ṛi* in den Ableitungen von *mṛiḍ* den Werth eines langen Vocals hatte, so spricht, wie bemerkt, auch die Etymologie dieses Verbums dafür. Diese habe ich zuerst im 'Orient und Occident' III. S. 19 Anm., dann in der 'Geschichte der Sprachwissenschaft (1869)' S. 63 Anm. und eingehender in 'Jubeo und seine Verwandte' in den Abhandlungen der Kön. Ges. d. Wiss. Bd. X. S. 35 ff. gegeben. Durch Anwendung des in den 'Nachrichten von der kön. Ges. der Wissensch. No. 13, S. 297 ff.' über die tönenden Zischlaute bemerkten stellt sie sich jetzt folgendermaßen.

Zur Zeit der arischen Einheit fand eine Zusammensetzung des Verbums *mars* (sanskritisch *marsh*), verzeihen, mit *dhâ* 'setzen, thun' Statt. In dieser Zusammensetzung ging durch Einfluß des tönenden *dh* der stumme Zischlaut *s* in den tönenden *zh* über (vgl. Justi Handbuch der Zendsprache S. 261, nr. 61); dieser blieb im Zend, während *dh*, wie hier stets, seine Aspiration einbüßte, so daß hier mit *e* zwischen *r* und *zh* die Form *marezhdâ* und, ohne das *e*, *marzhdâ* in *marzhd-ika* entstand. Im Sanskrit wurde *zh* zu ḍ und das *dh* durch die assimilirende Kraft des ḍ zu ḍ*h*, so daß *marḍḍh* entstand. Der erste der beiden Lingualen wurde aber, wie so oft, eingebüßt, so daß eigentlich die Form *marḍh*, oder, mit *ṛi* für *ar* (aus *ara*, vgl. das *are* des

Zends in *marezhdâ*), *mṛiḍh* hätte lauten müssen. Wie so es gekommen, daß dieses *ḍh* und andre Aspiratae ihre Aspiration eingebüßt haben, vermochte ich, als ich das Wort in 'Jubeo und seine Verwandte' behandelte, noch nicht zu erklären (vgl. daselbst S. 34). Jetzt wissen wir, daß es durch Einfluß irgend einer der Volkssprachen geschehen ist, wahrscheinlich des Pâli, oder einer diesem nahe verwandten, und daß die hieher gehörigen Themen und Wörter, wie *mṛiḍ* und andere, zu denen zu rechnen sind, welche ihre vedische Gestalt volkssprachlichen Einflüssen verdanken. Denn die Einbuße der Aspiration findet im Pâli mehrfach Statt (vgl. Childers in 'Academy' 1872 Octob. p. 399 und E. Kuhn, Beiträge zur Pâli Grammatik, 1875 S. 41 und sonst).

Steht aber nun *mṛiḍ* für ursprüngliches *mṛiḍḍh*, dann war das *ṛi* früher durch Position beschwert, und einstige Positionsbeschwerung verschwindet selten durch Einbuße des einen der die Position bildenden Consonanten, sondern wirkt fort dadurch daß der Vocal seine einstige Positionsbeschwerung durch Uebergang in den ihm entsprechenden langen Vocal bewahrt (vgl. darüber eine später erscheinende Abhandlung 'Ueber die Wirkung der Position in den Veden').

So erklärt sich denn die Geltung von *mṛiḍ* als lange Silbe auch durch die Etymologie.

§. 8.

Regelmäßig findet nun bekanntlich die Einbuße der ursprünglichen Position Statt in den Verbis auf *h* bei nachfolgenden Bildungselementen, welche mit *t*, *th*, oder *dh* anlauten: statt *h* + *t* oder *th* oder *dh* tritt dann nur *ḍh* ein für zunächst vorhergegangenes *ḍḍh* (vgl. 'Nachrichten' S. 319 ff.). Allein die einstige Position hat vor-

hergehende *ă*, *ĭ*, *ŭ* so beschwert, daß sie nach Einbuße derselben als *â*, *î*, *û* erscheinen. Ein vorhergehendes *ṛi* dagegen wird nicht gedehnt, und es ist unzweifelhaft, daß es im classischen oder überhaupt gewöhnlichen Sanskrit kurz gesprochen ward. Vergleichen wir dagegen die Stellen, in welchen *dṛiḍhá* (für zunächst vorhergehendes *dṛiḍḍhá* aus *dṛih* + *tá*) und *tṛiḍhá* (für *tṛiḍḍhá* aus *tṛih* + *tá*) in den Veden erscheint, so sehen wir daß deren *ṛi* hier, entweder entschieden oder höchst wahrscheinlich, die Geltung einer langen Silbe hat, oder endlich eben so gut lang als kurz sein kann. Daß im Rigveda in der uns überlieferten Recension statt ḍ*h* in diesen Wörtern stets ḷ*h* erscheint, macht keinen Unterschied: denn da dies nur eine zwischen Vocalen eintretende Umwandlung von ḍ*h* ist, ist es schon an und für sich kaum zweifelhaft, daß es eben so wenig zwei Consonanten repräsentirt als ḍ*h*; ḷ*h* ist vielmehr ein aspirirtes ḷ wie ḍ*h* ein aspirirtes ḍ und macht eben so wenig Position als die übrigen Aspiratae; aber selbst wenn man im Rv. den Werth einer Länge dieses *ṛi* aus dem ḷ*h* erklären wollte, dann blieb doch das ḍ*h* in den entsprechenden Stellen der übrigen Veden und auch in der uns zwar nicht überlieferten aber sicher einst ebenfalls gebrauchten Recension des Rv., in welcher die Umwandlung des ḍ*h* in ḷ*h* nicht Statt gefunden hatte. Es ist also kaum zu bezweifeln, daß auch hier die Geltung des *ṛi* als Länge sich aus der einstigen Position erklärt.

Doch die Erklärung dieser Geltung des *ṛi* als Länge ist uns für unsre Aufgabe nicht so wichtig, als die Thatsache selbst; daher wir auch diese durch Anführung der Stellen im Rigveda erhärten wollen:

dṛiḍha, im Rv. *dṛiḷhá*:

1., mit entschieden für lang geltendem ṛi: Rv. I. 72,8, wo *ṛi* in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint:

vidád gávya◡ Sarámâ dṛiḷhám ûrvám
v — — — | v v — — | v — — |.

Rv. I. 33,12, wo *ṛi* in der zehnten Silbe eines elfsilbigen Stollens sich findet und *ny ấvidhyad* zu lesen ist *ní âv*⁰.

ní âvidhyad Jlîbíçasya *dṛiḷhấ*
v — — v | v — v — | v — —.

Eben so I. 61,14 (= Ath. XX. 35,14); VI. 17,6; X. 121,5 (= VS. XXXII. 6 [wo *dṛiḍhấ*] = TS. IV. 1. 8. 5 [wo V.L. *dṛiḍhé*] = Ath. IV. 2,5 wo V.L. *mahî́*). Auch Ath. XI. 5,11 gehört hieher; das *a* von *ádhi* ist hinter dem vorhergehenden *o* mit Recht ausgelassen.

Rv. VI. 20,7 erscheint ein Vers von 4×10 Silben, während die 6 vorhergehenden, so wie die 6 folgenden aus 4×11 bestehen, also reine Trishṭubh sind. Die Anukramaṇî bezeichnet ihn als *Virâṭ*. Aehnlich wie — worauf schon gelegentlich ('Quantitätsverschiedenheiten, II. Abhandl. S. 38) aufmerksam gemacht ist, — statt der zwölfsilbigen Jagatî-Stollen elfsilbige erscheinen: mit dem Jagatîschluß (*v* — *v* —), aber unvollständigem mittlereren (zweiten) oder ersten Fuß, indem dieser nämlich statt vier Silben nur drei hat, so erscheinen auch zehnsilbige Trishṭubh's statt der elfsilbigen, mit Trishṭubh-Schluss (*v* — —) und nur drei Silben enthaltendem zweiten oder ersten Fuß (genauer werde ich darüber in den 'Beiträgen zur Veden-Metrik' handeln, deren erste Abhandlung schon wesentlich vollendet ist). Zu diesen gehört dieser Vers; dessen erster Stollen lautet:

ví pípror áhimâyasya dṛiḷhâ'ḥ
v — — | v v — — | v — —.

Man sieht daß auch hier die erste Silbe von *dṛiḷhâ'ḥ* für lang gilt.

2. In folgenden Fällen könnte, vom metrischen Standpunkt aus, *dṛi* ebenso gut kurz als lang sein; doch ist

a., in den zunächst hervorzuhebenden die Länge sehr wahrscheinlich, nämlich

α., wo es die siebente Silbe eines elfsilbigen Stollens bildet (vgl. 'Quantitätsverschiedenheiten' p. 231): Rv. VI. 17,5 wo die beiden hinter auslautendem *o* ausgelassenen anlautenden *a* wieder herzustellen sind, also:

ávâsayo ápa dṛiḷhâ'ni dárdrat
v — v — | v v — — | v — ⏑̄ |.

β., wo es die zweite Silbe eines Stollens bildet, nämlich Rv. III. 32,16; V. 19,2; VI. 45,9; VII. 79,4; VIII. 103(92),5.

γ., wo es in der vierten Silbe eines Stollens erscheint, nämlich Rv. I. 71,2; II. 24,3; IV. 23,9; VI. 22,6 (= Ath. XX. 34,6); VII. 27,2.

b., in folgenden Fällen endlich giebt die Metrik gar keinen Anhaltspunkt für die Quantität; doch spricht, wie bei *mṛiḍ*, die Länge in 1 und 2a, so wie der Umstand daß auch in *dṛiḍhá* (*dṛiḷhá*) einst Position (ḍḍh) dem ṛi folgte für dessen ursprüngliche Geltung als Länge und zwar um so mehr, weil sich hier — im Gegensatz zu *mṛiḍ* — nicht einmal e i n e Stelle findet, in welcher die Geltung als Kürze wahrscheinlich scheinen könnte.

Diese Fälle sind:

α.) wo *dṛi* die erste Silbe eines Stollens bildet, nämlich Rv. I. 63,5; 64,3; 127,4; 168,4; IV. 1,15; 19,4; 31,2 (= Sv. II. 1. 1. 12. 2 = VS. XXVII. 40 [beide *dṛiḍhâ'*] = Ath. XX. 124,2);

V. 84,3; 86,1; VI. 32,3; 62,11; 67,6; VIII. 14,9 (= Ath. XX. 28,3); 21,16; 24,10; X. 48,6; 138,3; 143,2.

β.) wo es die dritte Silbe eines Stollens bildet: Rv. I. 63,1; III. 30,5; 45,2 (= Sv. II. 8. 3. 3. 2, wo *dṛiḍhá'*); IV. 17,10; V. 39,3 (= Sv. II. 4. 2. 14. 3, wo *dṛiḍhá'*); VI. 30,3; 5; 31,2; 43,3; VII. 75,7; VIII. 40,1; 45,13; IX. 34,1; 91,4.

tṛiḷhá findet sich nur zweimal; einmal mit ṛi in der siebenten Silbe eines elfsilbigen Stollens, wo die Geltung als Länge sehr wahrscheinlich ist, Rv. I. 133,1

vailasthânám pári tṛiḷhâ' áçerau
— — — — | ⏑ ⏑ — — | ⏑ — ⏑̄ |;

das andremal in der ersten Sibe Rv. VI. 16,48, wo das Metrum nichts entscheidet, aber, wie in diesen Fällen in *mṛiḍ* und *dṛiḷhá*, die Geltung als Länge ebenfalls kaum zu bezweifeln ist.

§. 9.

Daß ṛi in unzähligen Stellen die Geltung eines kurzen Vocals hat, bedarf keines Nachweises; um so bemerkenswerther ist aber, daß dieselben Wörter, in denen es kurz erscheint, sich auch in Stellen finden, in denen es wohl unzweifelhaft die Länge haben muß.

Ich muß mich hier auf wenige hieher gehörige Beispiele beschränken, doch werden sie für das erste genügen die Thatsachen zu bekräftigen und dadurch die Berechtigung verstatten eine Erklärung derselben zu versuchen.

So ist z. B. das ṛi in *carshaṇídhṛit* entschieden kurz in den Formen *carshaṇídhṛitas* und *°dhṛitâ* in den Fällen, wo es die siebente Silbe eines achtsilbigen Stollens bildet; so Rv. I. 3,7 (= VS. VII. 33 = TS. I. 4. 16 1)

ómâsaç carshaṇîdhṛíto
— — — — | v — v — |.

Eben so Rv. III. 37,4 (= Ath. XX. 19,4); 59,6 (= VS. XI. 62 = TS III. 4. 11. 5 = IV. 1. 6. 3); IV. 1. 2e [1]); VIII. 90(79),5 (= Sv. I. 3. 2. 1. 6. wo jedoch VV. LL.).

Ferner wo es die elfte Silbe in einem zwölfsilbigen Stollen bildet: Rv. IV. 1. 2d
ṛitâ'vânam âdityám carshaṇîdhṛítam
v — — v | — — — — | v — v —.

Dagegen ist schwerlich zu bezweifeln daß es die Geltung einer Länge hat Rv. IV. 17,20 wo es in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint:
kárat satyâ' carshaṇîdhṛíd anarvâ'
v — — — | — v — — | v — —.

§. 10.

Die Ableitungen des Verbums *darç*, wo sie mit der Form *dṛiç* erscheinen, haben das *ṛi* überaus häufig kurz, z. B. *dṛiçé* Rv. I. 23,21 = Ath. I. 6,3; zu sprechen
(7 in 8) jiók ca sû'riaṃ dṛiçé
v — v — | v — v — |.

Auch speciell in *dṛiçáye* ist *ṛi*, wo es in der sechsten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint, sicherlich kurz zu sprechen, z. B. Rv. V. 80,5
ûrdhvéva snâtî' dṛiçáye no asthât
— ⁻́ v — | — v v — | — ⁻́ — |

und eben so VII. 35,5 (= Ath. XIX. 10,5); 88,2; IX. 91,6.

Nicht minder ist es kurz zu sprechen, wo es in der fünften Silbe in einem elfsilbigen Stollen

1) Beiläufig bemerke ich, daß der erste Stollen in diesem Verse zwei Silben zu viel hat; ich glaube, daß das vollständig überflüssige *agna* zu streichen ist. Daß *vavṛitsua* zu sprechen, bedarf wohl kaum einer Bemerkung.

sich findet, wie Rv. X. 14,12 = Ath. XVIII. 2,13
tâ'v asmábhyaṃ dṛiçáye sû'riâya
— — — — | v v — — | v — — |,
oder eines zwölfsilbigen, wie Rv. II. 24,8
nṛicákshaso dṛiçáye kárṇayonayaḥ
v — v — | v v — — | v — v — |.

Demgemäß auch, wo es sich als dritte Silbe eines Stollens zeigt, wie Rv. VI. 44,8, wo *venió* und *ví âvaḥ* zu sprechen,
vápur dṛiçáye venió ví âvaḥ
v — v v | — —́ v — | v — — |.

Nichts destoweniger hat es die Geltung einer Länge Rv. VI. 9,5, wo es in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint:
dhruváṃ jyótir níhitaṃ dṛiçáye kám
v — — — | v v — — | v — ⏓ |.

§. 11.

Auch *vṛij* von *varj* ist, bis auf einen Fall, wohl durchweg kurz. So z. B. III. 31,17, wo es in der neunten Silbe eines elfsilbigen Stollens erscheint:
pári yát te mahimâ'naṃ vṛijádhyai
v v — — | v v — — | v — — |.

Eben so *vṛijiná* in der beträchtlichen Anzahl der Fälle, in denen es in der achten Silbe eines elfsilbigen Stollens vorkömmt, z. B. IV. 2,11:
pṛishṭhéva vîtâ' vṛijinâ' ca mártân [1])
— —́ v — | — v v — | v — — |,
da der Choriamb der vorwaltende Rhythmus im zweiten Fuße der Trishṭubh-Stollen ist.

Eben so IV. 23,8; V. 3,11; VI. 52,3 (= Ath.

1) Daß *mártân* in *mártâm* (Gen. Pl.) zu ändern sei, hat schon Grassmann angedeutet; vgl. eben so *devâ'n* I. 70,3 mit I. 71,3 und die richtige Form des Gen. Pl. nach der nominalen Bildung *caráthâm* in I. 70,2. Die Form auf *âm* verhält sich zu der auf *ânâm* wesentlich eben so, wie im Lateinischen *Romanom* zu *Romanorum*.

II. 12,6); VII. 104,13 (= Ath. VIII. 4. 13). IX. 97,18; X. 87,15 (= Ath. VIII. 3,14).

Da der zweite Fuß sehr häufig auch durch den Paeon quartus (*v v v* —) gebildet wird, so ist auch in diesen Fällen *ṛi* in *vṛijiná*, wo es die sechste Silbe bildet, entschieden kurz zu fassen. So z. B. Rv. II. 27,3

antáḥ paçyanti vṛijinótá sâdhú
— — — — | *v v v* — | *v* — ⏓.

Eben so IV. 1,17; VI. 51,2; VII. 60,2; IX. 97,43; X. 89,8.

Trotzdem hat die erste Silbe dieses Wortes in Rv. VI. 46,13, wo es die achte eines zwölfsilbigen Stollens bildet, unzweifelhaft die Geltung einer langen:

asamané ádhvani vṛijiné pathí
v v v — | — *v v* — | *v* — *v* ⏓ |.

§. 12.

Auch in *vṛíshan* ist die erste Silbe vorwaltend kurz, z. B. entschieden Rv. III. 27,15 = Sv. II. 7. 2. 2. 3 = Ath. XX. 102,3, wo sie die siebente eines achtsilbigen Stollens bildet:

vṛíshaṇaṃ tvâ vayáṃ vṛishan
v v — — | *v* — *v* — |.

Dennoch hat sie Rv. VIII. 4,11 = Sv. I. 4. 1. 2. 6, wo sie die achte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens bildet, unzweifelhaft die Geltung einer langen:

úpa nûnáṃ yuyuje vṛíshaṇâ hárî
v v — — | *v v* — — | *v* — *v* — |.

Eben so auch Rv. VIII. 33,11, und höchst wahrscheinlich trotz des abweichenden Rhythmus des zweiten Fußes (er hat die seltenere Form — — — —, wenn man *vṛi*⁰ als lang betrachtet, dagegen die schwerlich zu duldende — — — *v*, wenn sie die Geltung einer kurzen hatte, s.

darüber in den Beiträgen zur Veden-Metrik, Abhandl. I), auch Rv. VIII. 4,14.

§. 13.

Daß *çri*° vom Verbum *çru* fast nur als kurze Silbe erscheint, bedarf keiner Bemerkung; doch vgl. man z. B. VIII. 17,2 wo es die siebente Silbe eines achtsilbigen Stollens bildet. Auch im Conjunctiv *çriṇávat* ist es fast nur kurz, z. B. wo es die fünfte oder sechste Silbe eines elf- oder zwölfsilbigen Stollens, speciell die erste eines Jonicus a minore (v̊ v — —), wie Rv. III. 43,4, oder die zweite eines Choriambs (— v̊ v —) wie I. 145,3 bildet. Dennoch hat es die Geltung einer langen, wo es als die achte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens vorkömmt, Rv. VIII. 33,9 = Sv. II. 8. 2. 15. 3 = Ath. XX. 53,3:

yádi stótur maghávâ çriṇávad dhâram
v — — — | v v — — | v — v — |;

eben so in demselben Hymnus des Rv. Vers 13.

§. 14.

Auch in dem Worte *pṛítanâ* hat Rv. VIII. 70(59).1 = Sv. I. 3. 2. 4. 1 = Ath. XX. 92,16 = 105,4 die erste Silbe die Geltung einer Länge, da sie die achte Silbe eines elfsilbigen Stollens bildet: *víçvâsâm* ist *víçvâsaâm* zu lesen:

viçvâsaâṃ tarutâ´ pṛítanânâm
— ⏑́ v — | v v — — | v — — |.

Daß auch in Rv. III. 24,1 = VS. IX. 37, wo *pri*° in *pṛitanâ* die sechste Silbe eines achtsilbigen Stollens bildet, ihm die Geltung einer Länge zuzusprechen sei, wage ich nicht zu behaupten. Denn der Schluß der Gâyatrî-Stollen ist in den Veden noch sehr verschiedenartig und der hier speciell in

A´gne sahasva pṛitanâ
— — v — | v v v —

erscheinende *v v v* — häufig genug, um nicht beanstandet werden zu dürfen (vgl. für jetzt M. Müller Rig-Veda-Sanhita, translated, Preface p. CXV, wo jedoch das erste Beispiel so wie VI. 45,17; VIII. 44,28; 45,31; 80,1 und 2; 93,27; 61,5 nach der oben in Bezug auf *mṛiḍ* gegebenen Ausführung zu streichen sind. Dafür tritt jedoch das eben besprochene III. 24,1 und ein und das andere hinzu, welche in den Beiträgen zur Veden-Metrik mitgetheilt werden sollen).

§. 15.

Auch *kṛi* in *kṛiṇuta* hat Rv. X. 48,9, wo es die achte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens bildet, die Geltung einer langen Silbe:

gávâm éshe sakhiâ' kṛiṇuta dvitâ'
v — — — | *v v* — — | *v* — *v* — |.

Bedenklich bin ich, ob auch Rv. IX. 103,2, obgleich es auch hier die achte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens bildet. Denn dieser Stollen gehört einer Ushṇih an, welche einige Abweichungen von den Jagatî und andern zwölfsilbigen Stollen zeigt.

Dagegen nehme ich keinen Anstand ṛi° in *ṛídhak* Rv. X. 79,2, wo es die achte Silbe eines elfsilbigen Stollens bildet, wiederum als Vertreter einer Länge zu betrachten:

gúhâ çíro níhitam ṛídhag akshî'
v — *v* — | *v v* — — | *v* — — |.

§. 16.

Doch ich will die Beispiele dieser sporadisch vorkommenden Geltung von *ṛi* als langem Vocal hier nicht häufen, zumal der Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme doch erst in den Beiträgen zur Vedenmetrikv hervortreten kann. Ich würde sie auch gar nicht gegeben haben, wenn nicht einerseits die Aufgabe dieses Auf-

satzes es nothwendig gemacht hätte, wenigstens darauf aufmerksam zu machen, daß neben Fällen, wie *mṛid*, in denen *ṛi* wohl stets den Werth einer Länge hat, auch Fälle, wie in *carshaṇîdhṛit*, vorkommen, wo der Vocal *ṛi* in Themen, in denen er vorwaltend kurz ist, ein- oder mehrmal auch die Geltung einer Länge hat, andrerseits aber ich die Hoffnung hegte, daß die zu versuchende Erklärung dieser Erscheinung schon dazu dienen werde, der Annahme wenigstens eine Stütze zu gewähren.

§. 17.

Daß die Erklärung in der Aussprache des Vocals *ṛi* zu suchen sein werde, versteht sich von selbst; allein, wenn ich beachte, wie unendlich schwer es ist die Aussprache von Lauten in zeitgenössischen Sprachen genau zu bestimmen oder nachzubilden und wie die darauf beruhenden lautlichen Affectionen vorwaltend gerade auf den feinsten Nüançen beruhen, für deren Auffassung und Nachbildung selten das Ohr und die Sprechorgane eines Fremden ausreichen, wage ich es nicht und halte es sogar für unfruchtbar, feststellen zu wollen, wie ein — zumal so eigenthümlicher Laut — wie der Vocal *ṛi* — von der Zeit an, welcher die ältesten Vedenlieder angehören mögen, bis zu der der Diaskeuase und der Prâtiçâkhya's gesprochen sein möge.

Doch treten uns in Bezug auf dessen Aussprache zwei Momente entgegen, welche zwar weit entfernt sind, uns einen genügenden Aufschluß über sie zu gewähren, wohl aber zureichend sein mögen für die Erklärung der Erscheinung, welche uns eben beschäftigt.

§. 18.

Den Angaben der Prâtiçâkhya's zum Rigveda,

Atharvaveda und der Vâjasaneyi-Saṃhitâ gemäß, war der Vocal ein *r* zwischen zwei Vocalen; diese letzteren bestimmt das Prâtiç. zu der VS. als zwei Viertel-*a*, während es das *r* als ein halbes *r* bezeichnet. In Bezug darauf habe ich in dem Aufsatz über ṛ*i*, ṛ*î* und ḷ*i* §. 28, im 'Orient und Occident' III. S. 32 bemerkt: »Diese haarscharfe Bestimmung werden wir theilweis dem Bestreben zuschreiben dürfen, nachzuweisen, daß ṛ*i* (ich füge jetzt hinzu: trotz der scheinbaren Zweisilbigkeit) nicht mehr Quantität habe, als nach der Theorie einem kurzen Vocal zukommt; sie für buchstäblich genau zu nehmen, sind wir schwerlich verpflichtet; vielmehr dürfen wir uns darauf beschränken anzunehmen, daß das *r* zwischen zwei Vocalen tönte und diese beiden Vocale unbestimmte An- und Ausklänge waren, welche die Inder, da sie nur *a*, *i*, *u* als wirkliche Vocale fixirt hatten, wenn sie sie durch einen von diesen annähernd bezeichnen wollten, nur als ein geschwächtes *a* aufzufassen vermochten. Für die Richtigkeit dieser Beschreibung im Allgemeinen spricht ihre schon von Weber angemerkte fast vollständige Uebereinstimmung mit dem Reflex des sskr. ṛ*i* in dem nur dialektisch geschiedenen Zend, nämlich *ere*, vgl. z. B. *mereta* = sskr. *mṛita*, und ich glaube fast, daß in einigen Fällen im Rigveda in Uebereinstimmung damit ṛ*i* noch zweisilbig zu lesen ist«. Was ich damals (1864) durch ein »ich glaube fast« einführen zu müssen meinte und erst »in einigen Fällen« erkannt hatte, ist jetzt wenigstens in mehreren belegbar.

§. 19.

Zunächst sind hier drei Fälle zu bemerken, in denen wohl unzweifelhaft diese zweisilbige

Aussprache, durch den Stollenschluß geschützt, in der Saṃhitâ bewahrt ist; zwei zeigen sich in dem Worte *dhartári* für späteres *dhartṛí* (Nom. sing. des Ntr. »das Tragende = Träger«) Rv. II. 23,17

druhó hantâ' mahá ṛitásya dhartári
v — — — | v v v — | v — v — |

und Rv. IX. 86,42

nárâ ca çá◡sam daiviám ca dhartári
v — v — | — —́ v — | v — v —̆ |, vgl. Alfr. Ludwig's Uebersetzung des Rigveda II. S. 492.

Das dritte Beispiel bietet *vidhartári* Rv. IX. 47,4

svayám kavír vidhartári
v — v — | v — v —̆ |.

§. 20.

Von den Fällen, in denen das Metrum gebietet, die Silbe, in welcher *ṛi* erscheint, zweisilbig zu sprechen, habe ich im 'Orient und Occident' a. a. O. III. 33 nur einen angeführt *nṛítamo* Rv. I. 77,4 und leider ist er ein solcher, bei welchem man zweifelhaft sein kann, ob hier Zweisilbigkeit anzunehmen sei. Der Stollen ist elfsilbig und lautet in der Saṃhitâ

sá no nriṇâ'm nṛítamo riçâ'dâ.

Es ist aber keinem Zweifel zu unterwerfen, daß die Genetivendung *nâm*, gleichwie *sâm (shâm)*, alte Genetive der Pronomina *na* und *sa* (für ursprüngliches *naâm*, *saâm*), überaus häufig zweisilbig zu sprechen sind (gleichwie z. B. das Nominalthema *bhâ's* für ursprüngliches *bhâ'-as*), so daß man eben so gut

sá no nriṇaâm nṛítamo riçâ'dâ
v — v v | — v v — | v — — |

wie

sá no nriṇâ'm nárítamo (?) riçâ'dâ
v — v — | v v v — | v — — |

sprechen kann. Weder Rhythmus noch Cäsur gewähren eine sichere Entscheidung darüber, ob die eine oder die andere Aussprache vorzuziehen sei. Mein rhythmisches Gefühl möchte zwar die zweite vorziehen, doch ist das für eine fremde und so entlegene Sprache ein sehr unsicherer Führer.

Ich habe ṛi in seiner Zweisilbigkeit *ari* gesprochen theils nach Analogie von *dhartári* und *vidhartári* für *dhartṛí* und *vidhartṛí*, theils wegen der gleich zu erwähnenden Aussprache von einsilbigem ṛi in einer Weise, die wesentlich mit *ri*, d. h. dem Consonanten *r* mit folgendem Vocal *i*, identisch war[1]). Doch ehe wir uns zu dieser wenden wird es, schon wegen der Zweifelhaftigkeit des gegebenen Beispiels für die Zweisilbigkeit, nothwendig sein einige sichere zu geben.

§. 21.

Rv. I. 36,8 lautet in der Saṃhitâ

bhúvat kaṇvé vṛíshâ dyumny â'hutaḥ.

Es ist nach der Anukramaṇî ein zwölfsilbiger Stollen, welcher aber in regelmäßiger Gestalt nur erscheint, wenn wir lesen:

bhúvat kaṇvé várishâ dyumnĭ'[2]) â'hutaḥ
v — — — | v v — — | v — v — |.

1) Damit will ich jedoch keineswegs sagen, daß nicht vielleicht auch die Aussprache *ara* (dem VS. Prâtiç. gemäß) richtig sein möchte; auf jeden Fall war diese wohl die ursprüngliche; dafür entscheiden die häufigen Beispiele, in denen aus ursprünglichem *ar*, vermittelst *ara*, *ra* entstanden ist, vgl. für jetzt 'Orient und Occident' III. S. 28 ff. §. 24 und 25 und 'Nachrichten' 1876 S. 302.

2) Für *dyumnî́* mit Verkürzung des langen Vocals vor folgendem Vocal, was in den Veden überaus häufig

Rv. VI. 3,7 in der Saṃhitâ:

vṛ́shâ rukshá óshadhîshu nûnot.

Es ist nach der Anukr. ein elfsilbiger Stollen, aber um ihn zu erhalten, müssen wir lesen

v*ari*shâ rukshá óshadhîshu nûnot

v v — — | v — v — | v — — |.

Natürlich ist *ṛi*, wie überhaupt, so auch in diesem Thema unendlich häufiger einsilbig z. B. gleich I. 36,10; 54,2; 100,4 u. s. w.

Rv. I. 61,10 = Ath. XX. 35,10 lautet in der Saṃhitâ:

ví vṛiççad vájreṇa vṛitrám I'ndraḥ.

Es ist ein elfsilbiger Stollen, welcher seine regelmäßige Gestalt erhält, wenn wir *varitrám* lesen (vgl. zend. *verethra* in *verethrajan* = sskr. *vṛitrahán*):

ví vṛiçcad vájreṇa v*ari*trám I'ndraḥ

v — — — | — v v — | v — — |.

Rv. I. 100,6 in der Saṃhitâ:

asmâ'kebhir nṛíbhis sû'rya◡ sanat.

Die beiden letzten Wörter, welche *sû'ria◡ sanat* zu lesen sind, zeigen durch den Schluß v — v —̆, daß der Stollen ein zwölfsilbiger ist, welcher, wie überaus oft, mit elfsilbigen verbunden ist. Um ihn jedoch zu erlangen ist *nṛíbhis* dreisilbig zu lesen (vgl. zend. *nerebyaç-ca*), also

asmâ'kebhir n*arí*bhis sû'ria◡ sanat

— — — — | v v — — | v — v —̆ |.

Rv. X. 30,13 ebenfalls ein zwölfsilbiger Stollen zwischen elfsilbigen, in der Saṃhita:

práti yád â'po ádṛiçram âyatî'r

aber zu lesen:

práti yád â'po ád*ari*çram âyatî'r

v v v — | — v v — | v — v — |.

Vgl. zend. *dareç*.

(vgl. auch Pâṇ. VII. 1,171); hier könnte übrigens auch die Länge bewahrt werden.

§. 22.

Was Rv. I. 120,4 betrifft, so ist RPrâtiç. 900 das Metrum ganz verkannt; der Vers ist hier in drei Stollen getheilt, deren erstem neun Silben, dem zweiten zehn, dem dritten dreizehn zugeschrieben werden; genannt ist er *nashṭarûpa* 'dessen Gestalt verloren', wohl 'von unerkennbarer Form'. Es ist der einzige der Art im Rv. und schon das hätte darauf aufmerksam machen sollen, daß es nur eine etwas unregelmäßige und verdunkelte Form eines gewöhnlicheren sein könne. In Wirklichkeit ist er vierstollig; die beiden ersten Stollen sind, richtig gelesen, elfsilbig; die beiden zweiten ließen sich als zwei achtsilbige lesen; allein für den achtsilbigen Stollen tritt gar nicht selten ein siebensilbiger (katalektischer) ein. Da wir nun wissen, daß elfsilbige mit zwölfsilbigen Stollen häufig wechseln, so ist der ganze Vers zu der ziemlich oft gebrauchten Prastârapaṅkti (12+12 +8+8) zu rechnen, welche gerade, verhältnißmäßig häufig, zwei elfsilbige Stollen statt der zwölfsilbigen hat (darüber eingehend in den Beiträgen zur Vedenmetrik). Um jedoch diesen Vers zu erhalten, sind die Umwandlungen vorzunehmen, welche schon in dem Prâtiçâkhya vorgeschrieben, aber bei der Metrik fast immer vergessen werden, und außerdem ist das erste ṛi zweisilbig zu lesen. In der Saṃhitâ lautet der Vers:

> ví pṛicchâmi pâkyầ ná devấn
> váshaṭkṛitasyâ̂dbhutásya dasrâ |
> pâtáṃ ca sáhyaso
> yuváṃ ca rábhyaso naḥ |;

zu lesen:

> ví par*i*cchâmi pâkíâ ná devấn
> váshaṭkṛitasya adbhutásya dasrâ

pâtám̩ ca sáhîaso
yuvám̩ ca rábhyaso naḥ |
v v — — | v — v — | v — —
v — v — | v — v — | v — —
— — v | v — v —
v — v — | v — —

zu *paricchâmi* statt *pṛicchâmi* vgl. das entsprechende zend. *pereçâ*. Im dritten Stollen gilt *pâtám* für dreisilbig. Es ward auch einst vielleicht wirklich so gesprochen; denn 2 Dual Imperativi ist ursprünglich Conjunctiv Imperfecti, welcher letztere bekanntlich das conjunctivische *a* vor den Personalendungen theils annimmt, theils nicht annimmt. War das erstere hier der Fall gewesen, so war die ursprüngliche Form *pâatám*, welche hier bewahrt sein könnte. Dann wäre dieser Stollen noch achtsilbig und — v — v | v — v — | zu lesen. Da Längen unmittelbar vor Vocalen in den Veden überaus oft, ja fast vorwaltend, verkürzt werden, so konnte auch *pǎatám* gesprochen sein. Doch ist der erste Fuß achtsilbiger Stollen in Bezug auf Quantität der Silben zu frei, als daß sich derartige Fragen schon oder je entscheiden lassen werden.

Ehe ich diesen Vs. verlasse, möge man mir noch ein Wort über den Sinn desselben verstatten. Wir haben durch Alfred Ludwig eine so gewissenhafte und im großen Ganzen so sorglich erwogene Uebersetzung des Rigveda erhalten, daß es eigentlich Pflicht wäre bei jeder Stelle, wo man von ihm abweicht, anzugeben daß und warum man nicht folgen könne. Die große Dunkelheit, vielfache Verderbtheit und die kühne, abgerissene, vieles als bekannt vorauszusetzende und darum so wie auch aus andern Gründen mehrfach elliptische Sprache der

Veden bewirkt aber, daß die Anzahl der Stellen in deren Auffassung die Vedenübersetzer und Erklärer noch lange auseinander gehen werden, sehr beträchtlich ist. Dieser Umstand tritt der ersten Forderung nicht selten in den Weg, der zweiten aber die Nothwendigkeit bei Auseinandersetzung der Gründe, welche die Abweichung schützen, nicht selten zu weitläuftig werden zu müssen. Ich beschränke mich daher hier auf die Bemerkung, daß dieser vierte Vers, welcher den ersten des zweiten Tṛica (4–6) bildet, den Gedanken des ersten (Vs. 1—3) wieder aufnimmt und darauf eine thatsächliche Antwort erbittet. Im ersten Verse ward gefragt: welch Opfer die Gunst der Açvin zu erwerben vermöge; im zweiten ward geantwortet: wer es nicht weiß, soll diejenigen fragen, die es wissen; der dritte schließt dann: so rufe ich denn euch beide; ihr wißt es und möget es sagen. Im ersten Stollen des vierten heißt es nun: k i n d l i c h g l e i c h s a m (d. h. wie ein unwissendes Kind seinen Vater, von dem es eine gütige Antwort erwarten darf) f r a g e i c h d i e G ö t t e r. Den zweiten Stollen verbinde ich mit den beiden folgenden; darin betrachte ich *váshaṭkṛita* als Beiwort des Soma (wie II. 36,1) und nehme *pâtám* als Imperativ von *pâ*, trinken; daß der Comparativ in den Veden eine stärkere Bedeutung hat als der Superlativ, wird wohl kaum einem sorgsamen Leser der Veden entgangen sein; ich werde darüber an einem andern Orte eingehend handeln und hier nur bemerken, daß die eigentliche Bedeutung desselben ist: den Begriff des Positivs so sehr als möglich enthaltend. Die drei letzten Stollen würde ich demnach etwa übersetzen: u n d w o l l e t i h r b e i d e t r i n k e n (d. h. und bitte euch, daß ihr beide trinken

wollt[1])) von unserem mit *vashaṭ* (volkssprachlich für *vakshat*, Conj. Aor. von *vah*) dargebrachten (oder bereiteten, d. h. unter dem Ausruf *vashaṭ* dargebrachten, oder bereiteten) wunderbaren, mächtigsten und kräftigsten (Somatrank)'. Dadurch sollen die Açvin's die thatsächliche Antwort auf den ersten Vers geben; nämlich daß dieser heilige Somatrank gerade das Opfer sei, durch welches ihre Gunst erworben wird. In den beiden folgenden Versen dieser Tṛica wird dann gebeten, daß sie eben so das Lied hören mögen.

§. 23.

Selbst das lange ṛî ist, wie schon Graßmann bemerkt hat, Rv. VII. 28,3 in *nṛî'n* zweisilbig zu lesen

sáṃ yán narîn ná ródasî ninétha
— — v — | v — v — | v — ⏑̄ |.

Ebenso in Rv. X. 50,4, wo aber auch statt *cyautnó* zu lesen *ciautnó*; dadurch erhält der Stollen zwölf Silben. Die Anukramaṇî faßt ihn jedoch als zehnsilbigen;

bhúvo narî͜ç ciautnó víçvasmin bháre
v.— v — | v — — — | — ⏑́ v — |.

Danach ließe sich auch Rv. X. 35,10 statt *hótṛîn* lesen: *hótarîn*. Dadurch erhielten wir in Uebereinstimmung mit den drei übrigen einen zwölfsilbigen Stollen:

devá'͜ îḷe sâdáyâ saptá hótarîn.

Allein wir wissen, daß elf- und zwölfsilbige so oft unter einander gemischt sind, daß wir schwerlich berechtigt sind, in solchen Fällen von

1) Beiläufig bemerke ich, daß der Conjunctiv und Imperativ der Modus der äußeren oder inneren Nothwendigkeit ist: des Sollens oder Wollens.

der Saṃhitâ abzuweichen, um eine Uebereinstimmung herbeizuführen.

§. 24.

In der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist aber sowohl ṛi als ṛî in den Veden einsilbig zu sprechen und zwar wenige aber doch entscheidende Momente machen höchst wahrscheinlich, daß ersteres, wenigstens zur Zeit der Diaskeuasten, fast ganz wie *ri*, d. h. Consonant *r* und Vocal *i*, tönte.

Während nämlich im Rv. stets *krívi* erscheint, hat der Sâmaveda statt dessen *kṛívi* (vgl. z. B. Rv. I. 30,1 = Sv. I. 3. 1. 3. 1, sowie Rv. II. 22,2 = Sv. II. 6. 3. 18. 3), und auch die Nighaṇṭavas (III, 23) kennen beide Schreibweisen. Das Metrum verstattet an allen Stellen — außer einer — beide Leseweisen; diese eine aber (Rv. VIII. 20,24) fordert, wie in der IIten Abhandlung über 'Die Quantitätsverschiedenheiten' II (1875) §. 11 S. 35—37 nachgewiesen ist[1]), den Vocal ṛi.

Ferner hat das Verbum *var* gegen alle Analogien (vgl. Pâṇ. VII. 2,13 und z. B. *cakṛivá͠s*) im Particip. Perf. redupl. *vavrivá͠s* mit *ri* statt ṛi. An zwei Stellen Rv. III. 32,6 und IX. 61,22 = Sv. I. 6. 1. 1. 8 (wo ebenfalls *ri*) entscheidet das Metrum weder für noch gegen diese Aussprache. In zwei anderen dagegen, nämlich Rv. II. 14,2 und VI. 20,2 spricht sie wohl unzweifelhaft für dieselbe, indem *va* in ihnen die achte Silbe eines elfsilbigen Stollens bildet, in welcher die Länge, wie sich in den Beiträgen zur Vedenmetrik ergeben wird, wohl unbedingt nothwendig ist. Diese ließ sich aber am besten durch die Aussprache mit dem Consonanten erzielen,

1) *krivirdatî* hätte ich a. a. O. S. 36 gar nicht erwähnen sollen.

durch welche das *a* in *va* Positionsbeschwerung erhält. Hierbei will ich sogleich bemerken — was in den Beiträgen zur Vedenmetrik eine Fülle von Belegen erhalten wird — daß *ṛi* selbst, obgleich in der Saṃhitâ als Vocal bewahrt — gar nicht selten Position bewirkt, d. h. entweder wie *vavrivá͠s*, statt *vavṛivá͠s*, mit dem Consonanten *r* und *i* gesprochen ward, oder das in dem Vocal liegende *r*-Element wie ein Consonant wirkte, so z. B. Rv. II. 1,2 und X. 91,10, wo *níd* in *agníd* die achte Silbe eines zwölfsilbigen Stollens bildet und, wie gewöhnlich, *tuám* statt *tvám* zu lesen ist, also

táva neshṭrám tuám agníd ṛitâyatáḥ
v v — — | v v — $\overset{8}{—}$ | v — v — |.

In dem ersten Stollen desselben Verses ist dagegen *ṛi* entschieden Vocal, da es in der neunten Silbe des zwölfsilbigen Stollens steht, welcher der stärkest vorwaltenden Regel gemäß kurz ist:

távâgne hotráṃ táva potrám ṛitvíyam
v — — — | — v v — | $\overset{9}{v}$ — v $\breve{—}$ |.

Das Vorkommen dieser vom Metrum bedingten Differenz der Aussprache in demselben Verse zeigt den großen Einfluß des Metrums in den Veden, für welchen ich schon in der ersten Abhandlung über 'Die Quantitätsverschiedenheiten' 1874 S. 233 ff. einige Belege gegeben habe, welche in den Beiträgen zur Vedenmetrik nicht wenig vermehrt werden sollen.

An der fünften und letzten Stelle, in welcher *vavrivá͠s* im Rv. erscheint, IV. 16,7 (= Ath. XX. 77,7), könnte *va*⁰ zwar eben so gut kurz als lang sein dürfen; es befindet sich nämlich in der fünften Silbe eines elfsilbigen Stollens

apó vṛitráṃ vavrivấ͠sam párâhan
v — — — \ — v — — \ v — $\breve{—}$

und der Fuß, welcher entstehen würde, wenn *vavṛi*⁰ gesprochen wäre (*v v* — —) ist sogar einer der häufigsten; allein der durch die Position entstandene (— *v* — —) ist ein äußerst beliebter und wird vorzugsweise gebraucht, wo ein ernster, gewissermaßen pathetischer, Eindruck erzielt werden soll, wie er für den Sinn dieses Stollens, nach Analogie von andern (worüber in den Beiträgen zur Vedenmetrik), sehr passend ist. War demgemäß auch in diesem Verse die Aussprache *ri*, mit Consonantem *r*, die überlieferte, dann war sie in dreien von den fünf Stellen durch das Metrum gesichert und mochte deßhalb auch entweder schon zur Zeit der Recitirer in die beiden andern eingedrungen sein, oder selbst erst durch die Diaskeuasten und Padaverfertiger an die Stelle von *vavṛi*⁰ gesetzt sein; doch darüber werde ich eingehender in den Abhandlungen sprechen, welche in der 'Einleitung in die Grammatik der vedischen Sprache' sich mit der Geschichte der Vedentexte beschäftigen.

Daß Ath. II. 6,5 *sṛidho* mit Vocal *ṛi* erscheint, während die entsprechenden Stellen, VS. XXVII. 6 und TS. IV. 1. 7. 2, *srídho* mit dem Consonanten *r* haben und Rv. stets *sridh* spricht, sollte ich eigentlich nicht erwähnen, weil die Form mit *ri* durch das vom Nomen sicher nicht zu trennende Verbum *sridh* entschieden wird, welches in den gunirten Formen *e* (*sredh*) hat. Das Ptsb. Wtbch. (unter 2 *sridh*) corrigirt auch die Form im Ath. nach der der TS. Dennoch zeigt auch dieser Fehler die große Lautähnlichkeit von *ṛi* und *ri*. Beiläufig kann ich jedoch nicht unbemerkt lassen, daß aus dem Zend sicherlich *haredhi* hieher gehört, dessen *are* auf arisches *ar* weist, woraus nicht *ri*, sondern nur *ṛi* hervor-

gehen kann (vgl. z. B. zend. *dareç* = sskr. *darç* woraus *dṛiç*).

Im späteren Sskrit finden sich bekanntlich mehrere Wörter in denen ṛi und *ri* mit einander wechseln und die auch später herrschende große Aehnlichkeit in der Aussprache derselben bestätigen (vgl. 'Orient und Occident' III. 34).

§. 25.

Wir haben somit einerseits eine Aussprache des ṛi, in welcher zwei schwache Vocale mit *r* in der Mitte erklangen, ursprünglich wohl *ara* lautend, später zweisilbig *ari* und — wie ich Orient und Occident III, 33 angedeutet habe — selbst *iri*; andrerseits eine entschieden einsilbige, welche der Verbindung des Consonanten *r* mit *i* auf jeden Fall überaus ähnlich war.

Es erinnert dieses Verhältniß sogleich an die Entstehung von *ra* aus ursprünglichem *ar* vermittelst des Hervortritts von *a* hinter diesem *r* vor nachfolgenden Consonanten z. B. in sskr. *raj-atá* 'Silber' gegenüber von latein. *arg-ento*, vermittelt gewissermaßen durch oskisch *arag-etu* und beruhend auf indogermanischem *arg-anta*; vgl. auch noch lat. *molli* für altes *mold-u-i* (nach Analogie von *suâvi*, für altes *suád-u-i*, aus indogermanischem, im Sanskrit treu bewahrten, *svâd-u* mit Uebertritt in die *i*-Themen) mit sskr. *mṛidú* für indogermanisches *mardú* [1]), vermittelt durch *maradu* = russischem *molodŭ*.

1) Dieses war auch im Sskrit bewahrt und darauf beruht der Comparativ *mrád-íyañs* und der Superlativ *mrád-ishtha*. deren Verhältniss zu *mṛid-ú* ich 'Orient und Occident' III, 30 noch für dunkel hielt. Es ist nämlich ein Fehler der Abhandlung über ṛi, ṛí und ḷi, dass ich ṛi nur unmittelbar aus *ara* ableitete; neben dieser pri-

Die Formen, in denen *ṛi* in den Veden zweisilbig erscheint, wie Rv. X. 30,13 *ádariçram* (oben S. 432), entsprechen den Formen, in denen ein Vocal hinter ursprünglichem *ar* vor Consonanten eingeschoben ist, also gewissermaßen dem oskischen *arag-etu*, russischen *molodŭ*, nur mit dem Unterschied, daß in *ádariçram* *a* sowohl als *i* sehr schwach gesprochen wurden, während in *aragetu molodŭ* das erste *a* und *o* einst entschieden ein volles *a* war, dagegen das zweite *a* und *o* wohl einst schwach; aber auch dieses kräftigte sich später, wie die Formen zeigen, in denen das erste *a*, *o* eingebüßt ist, sskr. *raj-ata*, altslav. *mlad-ŭ* = altsskr. *mrad-ú*.

Die Formen in denen *ṛi* einsilbig und kurz ist entsprechen den Formen in denen aus ursprünglichem *ar*, vermittelst *ara*, durch Einbuße des ersten einst vollen *a*, *ra* entstanden ist. Konnte im sskritischen *raj-ata raj*, für einstiges *araj* statt ursprünglichen *arj*, das volle *a* einbüßen und das einst schwache eingeschobene *a* zu einem vollen verstärken (vgl. auch sskr. ved. *hrutá* aus *hvar-tá*, vermittelst *hurtá* dann *hurutá* in 'Orient und Occident' III. 27), so war die Einbuße des schwachen Vocals vor dem *r* in der Aussprache *ari* noch eher möglich und aus diesem *ri*, dessen *r* nach dem VPrâtiç. ja ebenfalls kein volles *r* war, entstand dann

mären Entstehung des *ri* war die sekundäre aus *ra* für *ara* hinzuzufügen, welche ganz in Analogie mit der von *i* aus *ya*, *u* aus *va* steht. Durch diese Ergänzung hellen sich mehrere Dunkelheiten auf, welche dort noch unerklärt geblieben sind. Speciell sind die Steigerungsformen *mrádîyans mrádishṭha* gebildet, als der Positiv im Sanskrit noch *mradú* lautete; dieses ist aus *maradú* (= russisch *molodŭ*) für indogermanisches *mardú* durch Einfluss des Accentes entstanden. Aus *mradú* dann durch weiteren Einfluß desselben *mṛidú*.

das kurze *ṛi*, dessen Aussprache mit *ri* fast identisch ist.

Allein eben so gut konnte auch der Vocal nach dem *r* in der Aussprache *ari* — das schwache *i* — eingebüßt werden. Dann folgte der Consonant, vor welchem der schwache Vokal einst eingetreten war, dem *r* unmittelbar, so daß der dem *r* vorhergehende, wenn auch schwache Vocal durch Position beschwert ward und demgemäß den Werth einer Länge erhalten konnte. In den Beispielen *carshaṇîdhṛit* Rv. IV. 17,20 (S. 422 u. s. w.), statt *carshaṇîdharit* war also etwa *carshaṇîdhart* u. s. w. gesprochen und dadurch die Geltung einer Länge für dieses und analoge *ṛi* herbeigeführt.

Universität.

Se. Majestät der König haben Allergnädigst geruht, den bisherigen ordentlichen Professor an der Universität zu Rostock, Dr. Emil Ponfick, zum ordentlichen Professor in der medicinischen Facultät der Universität Göttingen zu ernennen.

Veränderungen im Personalbestande der akademischen Behörden.

1. Prorectorat. Für das Jahr vom 1. September 1876 bis dahin 1877 ist der Professor Dr. theol. Ritschl als Prorector erwählt und bestätigt.

2. Verwaltungsausschuß. Ausgeschieden sind am 1. März 1876 der Professor Dr. Wachsmuth

am 1. Sept. 1876, Professor Dr. Wagemann; für 5 Semester wiedergewählt sind: vom 1. März 1876 an Professor Dr. Wachsmuth, vom 1. Sept. 1876 an Consistorialrath Dr. Wiesinger.

3. Rechtspflegeausschuß. Ausgeschieden sind am 1. März 1876, Professor Dr. Leber am 1. Sept. 1876, Geheimer Justizrath Dr. Hartmann; für 3 Semester wiedergewählt sind: vom 1. März 1876 an Geheimer Justizrath Dr. von Jhering, vom 1. September 1876 an Professor Dr. Henneberg.

4. Universitäts-Kirchendeputation. Den Vorsitz hat pro 1. Sept. 1875/6 der Hofrath Dr. Grisebach als Exprorector beibehalten; vom 1. Sept. 1876 ab wird der Professor Dr. Ritschl als Prorector solchen Vorsitz führen. Nach dem am 29. April 1875 erfolgten Tode des Staatsrath Dr. Zachariae ist Professor Dr. Briegleb als Primarius der Juristenfacultät Mitglied der Kirchen-Deputation geworden.

5. Direction der Professoren-Wittwen-Casse. Mit dem 1. Februar 1876 erlosch das Mandat des Geheimen Justizraths Dr. Thöl als Vertreter der Juristenfacultät, der Geheime Justizrath Dr. Mejer wurde von dieser Facultät pro 1. Febr. 1876/84 wiedergewählt.

6. Commisson für die Auditorien. Den Vorsitz führt der Professor Dr. Ziebarth, als Mitglied ist der Geh. Hofrath Dr. Waitz ausgeschieden, Professor Stern neu eingetreten.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften im Monat Juli 1876 eingegangene Druckschriften.

Nature. 348—352.
Lütken, Velhas-Flodens Fiske. Khjöbenhavn. 1875. 4.
Hannover, Öiets Nethinde en histol.; histor.-kristik og physiologisk Undersögelse. Ebd. 1875. 4.
Riemann's gesammelte mathem. Werke u. wissensch. Nachlass. Herausg. unter Mitwirk. von Dedekind von H. Weber. Leipzig 1876.
Verhandelingen Teylers god geleerd Genootschap. Nieuwe Ser. Deel 4. Harlem. 1876.
Oudemans, die Triangulation von Java. Abth. I. Batavia. 1875. Fol.
Archives Néerlandaises des Sciences. T. XI. Livr. 2. 3. Harlem. 1876.
Notice historique de la Société Hollandaise des Sciences. Ebd. 1876.
Leopoldina. XII. No. 11—12. 1876
Verein für die deutsche Nordpolarfahrt in Bremen. IV. V. 1876.
Zeitschrift der deutsch. Morgenländ. Gesellschaft. Bd. 30. Hft. 1. 1876.
Archiv des historischen Vereines von Unterfranken etc. Bd. 23. H. 2. 1876.
Tableau général méthodique et alphabétique des matières contenues dans les publications de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Petersbourg depuis sa fondation. 1re Partie. St. Petersb. 1872.
Geologische Karte von Schweden. 54—56.
Nachrichten u. gelehrte Denkschriften der K. Kasan'schen Universität. Jahr 42. 1875. No. 1—6. (In russ. Sprache). Kasan. 1875.
Monatsbericht der K. Preuss. Akad. d. Wiss. April u. Mai 1876.
Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Vol. I. Fasc. 3. Pisa. 1876.
K. Sächsische Gesellschaft d. Wiss. zu Leipzig.
1. Abhandlungen der mathem. physischen Classe:
Bd. X. No. VII. Hansen, v. d. Bestimmung d. Theilungsfehler etc. 1874.

Fortsetzung folgt.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

20. September. № 18. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 5. August. (Fortsetzung).

Nédîyaṃs, nédishṭha.

Von

Theodor Benfey.

§. 1.

Eine richtige Erklärung der Entstehung der sanskritischen Gradationsformen, *nédîyaṃs*, näher, und *nédishṭha*, nächst, ist, soviel mir bekannt, bis jetzt noch nicht gegeben; auch die von mir in der Abhandlung 'Jubeo und seine Verwandte' (1871) S. 29 versuchte hat einen Punkt noch irrig aufgefaßt. Eine richtige war aber damals aus drei Gründen noch nicht möglich, 1) weil vor tieferer Durchforschung der vedischen Wörter kaum geahnt werden konnte, von welchem Einfluß Volkssprachen auf die Bildung von einigen derselben gewesen sind; 2) weil die Gesetze der Volkssprachen, oder vielmehr die der dem Sanskrit näher stehenden — wie speciell des Pâli — noch nicht hinlänglich bekannt waren; 3) weil über die Art, wie sich das classische, oder über-

haupt spätere — nach der vedischen Zeit in Gebrauch gekommene — Sanskrit gebildet hat, die Forschung noch sehr wenig Licht gewonnen hatte. Was das erste Hinderniß betrifft, so ist seitdem in dem Aufsatz über *jájhjhatîs* (in diesen 'Nachrichten' S. 324 ff.) auf den Einfluß der Volkssprachen auf die Gestalt vedischer Wörter aufmerksam gemacht und ein unzweifelhaftes Beispiel desselben beigebracht; ein anderes ist S. 418 bezüglich des Verbums *marḍ* (*mṛiḍ*) vorgelegt. Ein drittes will ich, da seine Erklärung nicht vieler Worte bedarf und es zu den interessantesten gehört, sogleich hier erwähnen. Es ist nämlich das Wort *çraddhivá* in Rv. X. 126,4 = Ath. IV. 30,4, wo aber die gleich zu erwähnende entscheidende Variante *çraddhéya* erscheint.

Der Stollen lautet:

çrudhí çruta çraddhivám te vadâmi.

Sâyaṇa, ohne Zweifel gelehrten Vorgängern folgend — denn die Grammatik wird, wenn gleich erfolglos, doch gut benutzt — giebt sich die verlorne Mühe, das Wort, mit Hülfe des Pâṇini'schen Lehrbuchs und eines Vârttika, als eine rein sanskritische Bildung darzustellen: *çraddhi* soll dem Nomen *çraddhâ* 'Glaube' gleich sein und, gemäß Pâṇ. III. 3. 92, durch Suffix i (*ki* nach der grammatischen Terminologie) aus *dhâ* gebildet sein, weil *çrat* den Werth eines Verbalpräfixes (nach Vârtt. 2 zu Pâṇ. I. 4. 57 in der mir unzugänglichen Calcuttaër Ausgabe) hat. Daran sei *va* in der Bedeutung des Affixes *vant* (oder *mant*) getreten; es hieße danach etymologisch 'mit Glauben, Vertrauen, versehen'. Daraus ließe sich in der That zur Noth die Bedeutung ableiten, welche *çraddhivá* hier hat, 'glaubwürdig', wie das Ptsb. Wtbch mit Recht

angiebt (Alfr. Ludwig, Rigveda, II. 644 wesentlich eben so 'was man glauben soll'). Allein die richtige Erklärung deutet die Variante des Atharva an, nämlich das regelrechte sanskritische Ptcp. necessitatis, *çraddhéya* 'was geglaubt werden muß, geglaubt zu werden verdient, glaubwürdig'. Davon weicht — abgesehen vom Accent — die Form des Rv. darin ab, daß sie *v* statt *y* und *i* statt *e* hat. Der Uebergang von sskritischem *y* in *v* ist bekanntlich im Pâli sehr häufig (vgl. E. Kuhn, Beiträge zur Pâli-Gramm. S. 42 ff.) und auch der von *e* in *i* ließe sich aus dem Einfluß einer dem Pâli verwandten Volkssprache erklären (vgl. ebds. S. 28). Mir scheint jedoch wahrscheinlicher daß er hier dem Metrum zuzuschreiben ist. Der Stollen ist nämlich ein elfsilbiger, in welchem — — — — in dem zweiten Fuß selten, — *v* — — dagegen, vorzüglich in Stellen die eindrucksvoll wirken sollen, sehr häufig. Das Metrum ist dann:

v — *v* — | — *v* — — | *v* — —.

Die Verkürzung von Diphthongen durch Einbuße ihres ersten Vocals (*a*) erscheint bekanntlich auch im Sskrit, z. B. in der Bildung der Neutra. Im Atharva ist die sanskritische Correspondenz *çraddhéya* an die Stelle der volkssprachlichen Form gesetzt, wohl ein Zeichen, daß der Recitirer, welcher diese Veränderung vornahm, recht gut wußte, daß das Wort *çraddhivá* kein sanskritisches sei und welches sanskritische ihm entspreche. Was den Accent betrifft, so finden sich Schwankungen im Accent in den Veden sehr oft; hier wurde die Veränderung vielleicht einerseits eben durch die Verkürzung des *e* zu dem schwachen *i* herbeigeführt, andrerseits dadurch daß dieses *i* an dieser Stelle des Wortes den Eindruck machte, als ob es das suffixver-

bindende *i* sei, welches überaus selten accentuirt ist. Daß der Accent nun auf die Endsilbe trat, erklärt sich durch die im Sanskrit vorherrschende Oxytonirung von Nominalthemen. Ein viertes Beispiel für den Einfluß von Volkssprachen: *saha-çéyya* zunächst für *saha-çénya* weiter dann für *saha-cénia* und endlich für ursprüngliches *saha-çayania* wird in einem kleinen Aufsatz über Rigveda X. 10,7 = Ath. XVIII. 1,8 (in 'Beitr. z. Indogerm. Sprfschg. hrsg. v. Dr. Bezzenberger) erörtert werden und schon am zuerst erwähnten Orte ('Nachrichten', S. 327) ist bemerkt, daß ferner eine nicht unbeträchtliche Anzahl hieher gehöriger vedischer Wörter in der Fortsetzung der 'Einleitung in die Grammatik der vedischen Sprache' hervortreten werde.

Was das zweite Hinderniß betrifft, so sind die trefflichen seitdem veröffentlichten Arbeiten über das Pâli und die Prâkṛitischen Sprachen schon jetzt reich an zunehmender Belehrung gewesen und versprechen auch fernerhin reiche Ausbeute. Das dritte Hinderniß wird leider erst dann ganz weggeräumt werden können, wenn die Resultate in ihrer Gesammtheit, oder wenigstens in den entscheidenden Punkten vorliegen werden, welche die Durchforschung der vedischen Sprache in Bezug auf die Gestaltung des späteren Sanskrits darbietet, so z. B. in Bezug auf die Denominativa auf *ya*, wo sich ergeben wird, daß fast alle Regeln über Dehnung oder Nichtdehnung der Vocale vor diesem Suffix sich aus dem vedischen — gewöhnlich nur durch das Metrum bedingten — Gebrauch erklären; eben so in Bezug auf Dehnung oder Nichtdehnung vor dem Nominalsuffix *vant* und nicht weniges andere. Wo ich auf dieses Moment Rücksicht nehmen muß, fehlt daher der volle Beweis noch; doch werde ich es — bis diese Erörterungen vorliegen werden —

nur dann berühren, wenn der Gegenstand durch sich selbst eine dahin gehörige Annahme wahrscheinlich macht.

Doch zur Sache!

Daß das sanskritische *nédîyaṃs* (worin *îyaṃs* für grundsprachliches *îans* eingetreten ist) mit dem gleichbedeutenden zendischen *nazdyô* (in welchem *yô* der zendische Reflex von *îas*, der schwachen Form von *îans*, ist), das sanskritische *nédishṭha* mit dem gleichbedeutenden zendischen *nazdista* identisch ist, bezweifelt kein Kundiger mehr, und jeder Zweifel, wenn er von irgend wem gehegt werden sollte, würde vor der Identität des vedischen *nâbhâ-nedishṭha* mit den zendischen *nabâ-nazdista* schwinden (vgl. Roth in ZDMG. VI. 243).

Der Positiv ist im Zend nicht bewahrt; allein die allgemeine Analogie macht es unzweifelhaft, daß er *nazda*, nahe, gelautet hat. Wie nun hinter *z* ursprüngliches *t* im zendischen *dazdî* neben *daçti* für ursprünglicheres *dad-ti* 'er giebt' so wie in *dazdê* für ursprünglicheres *dad-tê* (Medium jener Form) erscheint (Justi, Handbuch der Zendsprache, S. 151,a) und überhaupt *t* oft erweicht wird (Justi ebds. S. 364, 100), so ist auch in *nazda* das *d* als Erweichung von ursprünglichem *t* zu fassen. Das *z* aber in *nazda* ist der gewöhnliche zendische Reflex von grundsprachlichem *gh* (vgl. 'Nachrichten' S. 313 ff.), so daß die durch *nazda* vertretene grundsprachliche Form *nagh-ta* gelautet hat und Ptcp. Pf. Pass. des Verbums *nagh* 'binden' (in lateinisch *necto* für *negto* mit dumpfem *c* für tönendes *g* wegen des folgenden dumpfen Consonanten *t*) gewesen ist, vgl. Fick, Vglchd. Wörterb. d. Indog. Spr. I³, 124.

Dieses Verbum erscheint im Sanskrit, mit

dessen gewöhnlichem sanskritischen Vertreter *h* für grundsprachliches *gh*, in der Form *nah* im Präsensstamm *nah-ya* im Rv. X. 53,7; 60,8; 102,8; 166,3. Das Ptcp. Pf. Pass. würde, den lautlichen Regeln des Sanskṛits zufolge, entweder *nagdhá* (wie *dugdhá* von *duh*, für grundsprachliches *dhugh-tá*, *mugdhá* von *muh* für *mugh-tá*) oder *nâḍhá*, wie *mûḍhá* neben *mugdhá* von *muh*) lauten müssen. Aber weder die eine noch die andre dieser beiden Formen ist im Gebrauch, sondern statt ihrer erscheint nur *naddhá*, im Rv. in *ápi-naddha*, *áva-naddha*, *ní-naddha* und *sáṃ-naddha*. Das unzusammengesetzte *naddhá*, welches außer dem Rv. oft vorkömmt und sich natürlich auch für die Zeit des Rv. aus den erwähnten Zusammensetzungen ergiebt, hat die Bedeutung 'gebunden' und 'verbunden' u. s. w. (s. Ptsb. Wörterb. IV. 83); der Comparativ von letzterem würde 'mehr verbunden', der Superlativ 'am meisten verbunden' bedeuten, was mit der von *nédiyaṃs* 'näher' *nédishṭha* 'nächst' so wesentlich identisch ist, daß der Verbindung dieser Steigerungsformen mit *naddhá* von Seiten der Bedeutung absolut nichts im Wege steht.

Von Seiten der Form läßt sich dagegen einiges gegen die zunächst zu gebende Erklärung einwenden, was ich jedoch erst weiterhin (§. 3) hervorheben werde. Denn auf dem Standpunkt den wir jetzt einnehmen, auf welchem uns erst *naddhá*, *nédiyaṃs*, *nédishṭha* entgegengetreten sind, brauchen wir es noch gar nicht in Betracht zu ziehen. Wir dürfen — und wie sich dann ergeben wird, höchst wahrscheinlich mit Recht — annehmen: es existire gar nicht und zunächst ohne weiteres die Form *naddhá* erklären und das Verhältniß, in welchem *ned* in *nédiyaṃs* und *nédishṭha* zu ihr steht.

Es liegen hier drei Erscheinungen vor, welche der Erklärung bedürfen: 1) das *ddh* in *naddhá* für *gdh* in *nagdhá* oder *ḍh* in *nâḍhá*; 2) das *e* in den Gradationsformen statt des *a* im Positiv; 3) das *d* in ebendenselben statt des *ddh* im Positiv.

Was die erste betrifft, so ist die Erklärung aus *nâḍhá* unmöglich. Dagegen ergiebt sich *naddhá* als entstanden aus *nagdhá* durch Assimilation, gerade wie im Pâli (vgl. z. B. im Pâli *duddha* für sskr. *dugdha* bei E. Kuhn, Beiträge zur Pâli-Gr. S. 45) und im Prâkrit (vgl. z. B. Prâkr. *siniddha* für sskr. *snigdha* bei Lassen, Inst. ling. Prakr. p. 241); so bildet *naddhá* wiederum einen Beleg für den Einfluß der Volkssprachen auf die Form einiger vedischen Wörter.

Die zweite — das *e* für *a* in *nédîyaṃs nédishṭha* für *náddhîyaṃs náddhishṭha* — ist schon in 'Jubeo und seine Verwandte' S. 30 ff. erörtert. Es tritt in die strengste Analogie mit dem *e* im vedischen *miyédha* für ursprünglicheres *miyáddha* und eben so mit *dehí* für und neben vedischem *daddhí* ('Jubeo und seine Verwandte S. 30), nur daß man sich statt des *h* in *dehí* noch das organische *dh* vorzustellen hat, wie ja vedisch *çṛiṇudhí* und *çṛiṇuhí* noch neben einander erscheinen, im Sv. II. 5. 1. 18. 3 sogar die jüngere Form *çṛiṇuhî* in einem Verse, in welchem der Rv. VIII. 84(73),3 die organischere *çṛiṇudhî* bewahrt hat. Danach haben wir uns als nächste Umwandlung von *náddhîyaṃs*, *náddhishṭha* vorzustellen: *nédhîyaṃs*, *nédhishṭha*, mit *dh*.

Die dritte — das *d* in *nédîyaṃs*, *nédishṭha* statt des zu erwartenden *dh* — erklärt sich, wie die erste, wiederum durch einen volkssprachlichen Einfluß, indem wie bei *mard* (*mṛid*) für *mardh* (*mṛidh*) — vgl. S. 418 — wie im Pâli (vgl. E.

Kuhn Beiträge zur Pâli-Grammatik S. 41] die Aspiration eingebüßt ist.

§. 2.

Wären uns aus dem Bereich des Sanskrits nur die Veden bewahrt, so könnten wir hier schließen, ohne fürchten zu müssen, daß irgend Jemand an der Richtigkeit dieser Erklärungen zweifeln würde. Denn außer den erwähnten Ableitungen von *nah*, nämlich *nahya*, *naddhá*, *néḍiyaṃs* und *nédishṭha*, kommen in den Veden nur noch einige Casus von *nah* abgeleiteter suffixloser Nomina vor, nämlich Acc. pl. *akshá-náh-as* im Ṛv., Acc. Sing. *parî-ṇáh-am* ebenfalls im Ṛv., Loc. Si. *parî-ṇáh-i* im Atharvav., so wie Acc. Dualis *upâ-náh-au* in der Taittirîya Saṃhitâ; und alle diese vier Formen haben *h*, den gewöhnlichen Reflex von grundsprachlichem *gh*. Dasselbe ist der Fall mit dem *h* in *náhus* und den dazu gehörigen Wörtern, welche zwar vielleicht von *nah* stammen mögen, aber schwerlich je die Bedeutung 'Nachbar' hatten, wie das Ptsb. Wtbch. annimmt. Bedenklich würde nur ein Wort in Ṛv. X. 60,6 machen können, welches von dem Ptsb. Wtbch. zu *nah* gezogen wird; allein diese Annahme ist sehr, ja mehr als, zweifelhaft. Wir werden darüber im folgenden §. sprechen.

Aus der vedischen Sprache ergiebt sich demnach kein Einwand gegen die von uns aufgestellte Erklärung, wohl aber läßt sich das nachvedische Sanskrit benutzen, um an ihr zu rütteln.

§. 3.

In Pâṇini's Grammatik VIII. 2,34 wird gelehrt, daß das Verbum *nah dh* für sein *h* substituire. Der Scholiast ergänzt hier — wie von

Regel 30 an — mit vollem Recht: 'vor allen Consonanten außer den Halbvocalen und Nasalen und (außerdem) wenn kein Affix antritt'. Natürlich müssen auf dieses substituirte *dh* die Regeln angewendet werden, nach denen dieses in einzelnen Fällen Umwandlungen zu erleiden hat.

Der Scholiast giebt als Beispiele bei folgenden Consonanten: *naddhâ* (Futur I.), *naddhum* (Infin.), *naddhavyam* (Ptcp. Fut. Pass.) für *nadh*, statt *nah*, mit Affix *tâ*, *tum*, *tavya-m*; als Beispiele bei Mangel eines Affixes: *parîṇat* (Nom. si. von *parîṇah*) und *upânat* (ebenso von *upânah*).

Hierhin würde das Wort gehören, welches wir im vorigen §. angedeutet haben, nämlich *nádbhyas* in Rv. X. 60,6, wenn das Ptsb. Wtbch. es mit Recht von *nah* ableitet. Es wäre dann auch hier Substitution von *dh* für *h* vor *bh* eingetreten und weiter dann — den lautlichen Regeln des Sanskrits gemäß — Einbuße der Aspiration des *dh* vor dem folgenden eigentlichen Consonanten. Ich zweifle aber sehr, ob sich diese Auffassung billigen läßt. Die Uebersetzung des Wortes, welche das Ptsb. Wtbch vorschlägt, nämlich 'Band', giebt schwerlich einen passenden Sinn. Sâyaṇa leitet es von dem Vb. *nand* ab, giebt ihm die etymologische Bedeutung *nandayitṛi* 'Erfreuer', und zwar in einem dem von demselben Verbum abgeleiteten *nandana* 'Sohn' verwandten Sinn; denn er erläutert es durch *bandhu* 'Verwandter'. Das Richtige scheint mir, wie so haufig, Alfred Ludwig (Rigveda II. 640) entweder getroffen zu haben oder wenigstens ihm nahe gekommen zu sein; er übersetzt das Wort durch Schwestersöhne. Mir scheint es auf *napt* für *nápât*, vgl. *naptí* für *napât-î*, *náptar* für *nápâtar* (auch die Einbuße von *â* in *snu* für *sânu*), zu beruhen. Die Einbuße des *p* erinnert an alt-

slavisch *netij* und gothisch *nithji-s* für indogermanisches *naptia*, hat aber wahrscheinlich ihre vollständige Analogie in sskr. *ad-bhis*, *ad-bhyas* von *ap*, welches höchst wahrscheinlich für älteres *apt* steht, dessen *t* in diesen Casus bewahrt, während das *p* verschwunden ist. Was die Bedeutung betrifft, so vergleiche ich die im Zend im Plur. von *napât*, nämlich im Locativ *naf-shu* erscheinende 'Geschlecht, Verwandte' (Justi, 167); diese stimmt mit Sâyaṇa und scheint mir hier ganz angemessen. Doch will ich hierauf an dieser Stelle nicht näher eingehen, da es für unsern Zweck genügt erkannt zu haben, daß die Verbinduug dieses Wortes mit *nah* höchst zweifelhaft ist, dasselbe also für die Vertretung von dessen *h* durch *dh* in den Veden nicht benutzt werden kann.

Die vom Scholiasten zu Pâṇ. VIII. 2,34 angeführten Formen *naddhâ*,*naddhum*, *naddhavyam* sind weder in den Veden noch bis jetzt, so viel mir bekannt, selbst im classischen Sskṛit nachgewiesen. Doch würde das letztere von keiner Bedeutung sein. Denn es ist keinem Zweifel zu unterwerfen, daß sich jeder Schriftsteller der classischen Zeit für berechtigt gehalten haben wird, Bildungen zu gebrauchen, welche durch Pâṇini's Grammatik geschützt sind und ganz in Analogie mit ihnen erscheint *naddhi* im Aitareya Brâhmaṇa I. 11 und *naddhrî* bei Pâṇ. III. 2,182.

Allein wie das vedische *naddhá* für *nagdhá* lassen sich auch diese Formen durch Einfluß der volkssprachlichen Assimilation oder des vedischen *naddha* erklären — durch diesen letzteren speciell *naddhi*, da die Abstracta auf *ti* stets der Analogie des Particip Pf. Pass. folgen. Waren aber erst mehrere Bildungen von *nah* im Gebrauch,

in welchen Lautverbindungen vorkamen, welche in der — bei den Indern früh mit grammatischer Reflexion betrachteten — Sprache nur in Analogie mit Ableitungen von Verben auf *dh* traten, dann lag es in einer so künstlich entwickelten Sprache, wie das spätere Sanskrit ist, nahe diese Analogie in weiterer Ausdehnug geltend zu machen. Denn der Gedanke, daß das Sanskṛit von den Volkssprachen — wie wir schon lange mit Entschiedenheit wissen — auf das stärkste beeinflußt worden sei, scheint von den großen Indischen Grammatikern mit Absicht vermieden zu sein (vgl. Geschichte der Sprachwissenschaft, S. 62). Verschlossen sie aber ihre Augen gegen die volkssprachlichen Assimilationen von *gdh* zu *ddh*, dann mußten sie freilich der Voraussetzung entgegen getrieben werden, daß das *h*, welches entweder wie *gh* oder *dh* behandelt wird, in dem Verbum *nah* gegen jegliche Analogie zur Abwechslung einmal wie *dh* behandelt werde und diese Annahme mochte ihnen eine — freilich ganz unpassende — Stütze in den Fällen zu finden scheinen, in denen vedisches *dh* zu *h* wird (z. B. *sadhá-* und *sahá*).

Lagen nun mehrere Fälle schon vor, in denen *nah* behandelt war, als ob es *nadh* wäre, oder war jene Lehre gar schon theoretisch ausgesprochen, so erlaubte man sich auch von *parîṇah* im Nom. sing. *parîṇat* zu bilden (Lâty. X. 19,1), von *upânah* in demselben Casus *upânat* (Âçval. Gṛihy. III. 8, M. Bh. u. s. w.).

Die Fassung der angeführten Pâṇ. Regel (VIII. 2,34) verstattet aber auch *dh* für *h* in *nah* vor folgendem *s* zu substituiren. Der Scholiast giebt zwar kein Beispiel dieser Art, wohl aber der Grammatiker Vopadeva (XI. 7), und das grammatische Lehrgedicht des Bhaṭṭikâvya (XV. 111) hat *anâtsît* (Aor.) für *a-nâh-sît*, vermittelst *a-nâdh-sît*.

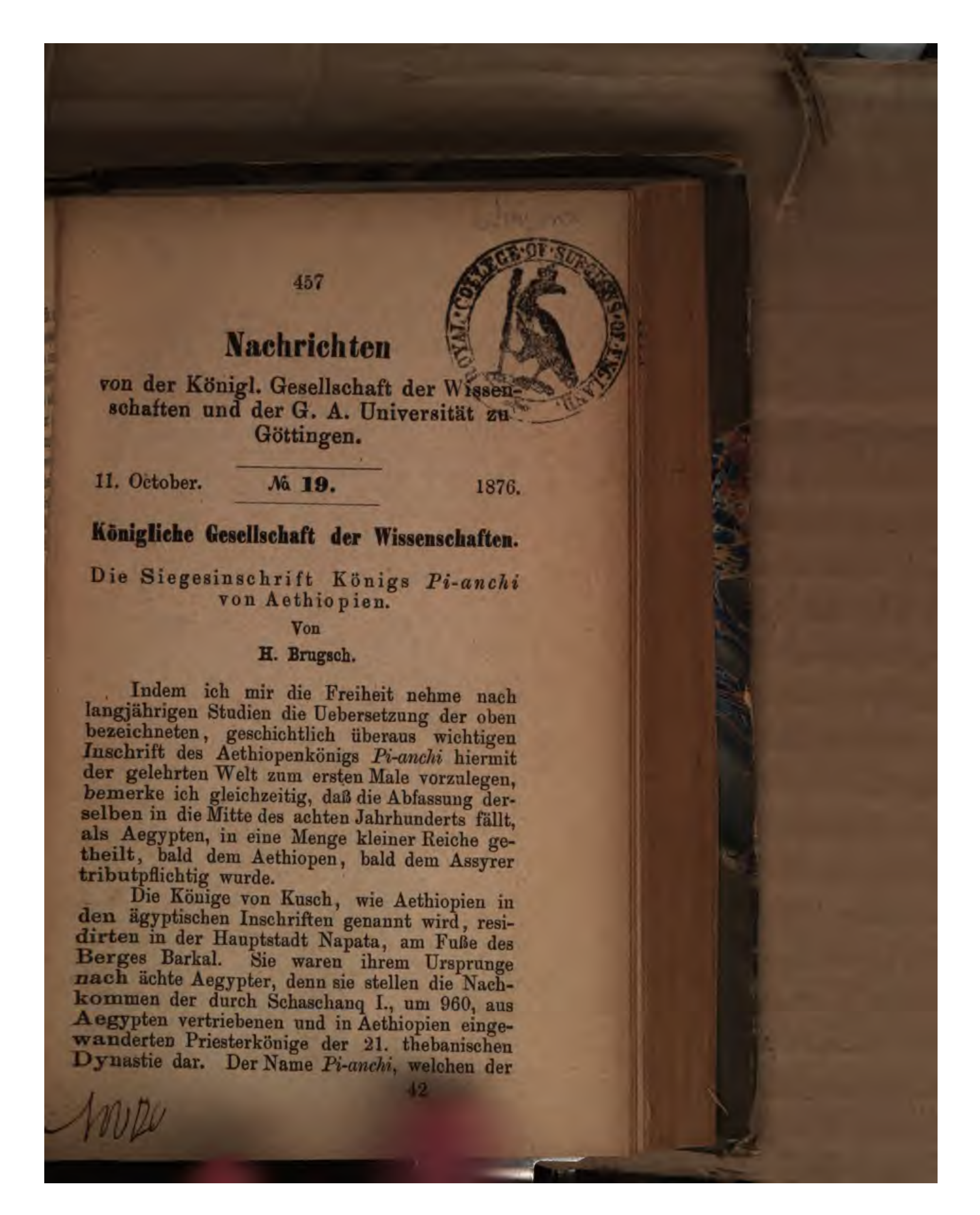
Ich berge nicht, daß, wenn ich im Rv. eine Form dieser Art gefunden hätte, etwa *natsyámi* als entschiedenes Futurum von *nah*, ich meine Erklärung von *naddhá* und *nédiyams*, *nédishtha* nicht veröffentlicht haben würde. Allein nicht bloß im Rv., sondern so viel mir bekannt, ist überhaupt noch kein Beispiel dieser Bildungen im Bereich des gesammten Sanskrits nachgewiesen. Aber selbst wenn eine solche im classischen Sskrit noch nachgewiesen werden würde, würde ich trotz dem die hier aufgestellte Erklärung festhalten und diese Bildungen als Ergebnisse einer irrigen Theorie betrachten.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften im Monat Juli 1876 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung.)

Bd. X. No. VIII. Hansen, über die Darstellung der geraden Aufsteigung u. Abweichung des Mondes etc. 1874.
Bd. X. No. IX. Hansen, Dioptrische Untersuchungen etc. 1874.
Bd. XI. No. 1. Fechner, über den Ausgangswerth der kleinsten Abweichungssumme etc. 1874.
Bd. XI. No. 2. Neumann, über das Weber'sche Gesetz für die electr. Kräfte. 1874.
Bd. XI. No. 3. Hankel, electrische Untersuchungen. XI Abh. 1875.
Bd. XI. No. 4. Hansen, über die Störungen d. großen Planeten. 1875.
Bd. XI. No. 5. Hankel, electrische Untersuchungen. XII. Abh. 1875.
2. Berichte d. mathem.-physischen Classe: 1873. III—VII. 1874. I—V. 1875. I.
1. Abhandl. der philologisch-histor. Classe: Bd. VI. No. VI. Voigt, die Geschichtschreibung über den Schmalkaldischen Krieg. 1874.

Fortsetzung folgt.



Nachrichten
von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

11. October. № 19. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Die Siegesinschrift Königs *Pi-anchi* von Aethiopien.

Von

H. Brugsch.

Indem ich mir die Freiheit nehme nach langjährigen Studien die Uebersetzung der oben bezeichneten, geschichtlich überaus wichtigen Inschrift des Aethiopenkönigs *Pi-anchi* hiermit der gelehrten Welt zum ersten Male vorzulegen, bemerke ich gleichzeitig, daß die Abfassung derselben in die Mitte des achten Jahrhunderts fällt, als Aegypten, in eine Menge kleiner Reiche getheilt, bald dem Aethiopen, bald dem Assyrer tributpflichtig wurde.

Die Könige von Kusch, wie Aethiopien in den ägyptischen Inschriften genannt wird, residirten in der Hauptstadt Napata, am Fuße des Berges Barkal. Sie waren ihrem Ursprunge nach ächte Aegypter, denn sie stellen die Nachkommen der durch Schaschanq I., um 960, aus Aegypten vertriebenen und in Aethiopien eingewanderten Priesterkönige der 21. thebanischen Dynastie dar. Der Name *Pi-anchi*, welchen der

äthiopische Eroberer in unserer Inschrift führt, ist jener Familie von ihrem zweiten Könige an, dem Sohne des Stifters der Dynastie *Hirhor*, eigenthümlich. Ich verzichte darauf an dieser Stelle auf den Reichthum von Thatsachen aufmerksam zu machen, welche sich aus dem vorgelegten Texte ergeben. Nur möge es mir gestattet sein auf einen für die Geschichte jener Zeiten wichtigen Umstand hinzuweisen, der ein eigenthümliches Licht auf die politische Lage Aegyptens in dieser Epoche der Kleinkönige wirft. Unter den Letzteren erscheinen mehrere mit dem Titel *sar ao mat* „grosser Fürst der Länder", d. i. eine dem Assyrischen entlehnte Benennung zur Bezeichung der ägyptischen Satrapen der Herrscher von Ninive. Als *Pi-anchi* Mittel- und Unterägypten eroberte, — denn Oberägypten mit der Hauptstadt Theben war bereits sein Eigenthum, — hatten die assyrischen Könige das Unterland zu einer assyrischen Provinz erklärt und durch anerkannte Kleinkönige und Satrapen verwalten lassen. Der in der Inschrift oft erwähnte Rebell *Taf-nachth*, der Herr der ägyptisch-libyschen Nomen, ist kein anderer als der von den Alten unter dem Namen *Technaktis* (**Τέχνακτις**) oder *Tnephachthos* aufgeführte König, der Urgroßvater jenes Psametichos I, unter welchem, im Jahre 666 vor Chr. Geb., die Einheit des Reiches wieder hergestellt ward.

Der Stein, auf welchem sich in ägyptischer Sprache und in ägyptischen Schriftzügen die nachstehend übersetzte Inschrift vorfindet, ist ein gewaltiger Monolith, dessen Vorder- und Rückseite, so wie die beiden Ränder zur Rechten und zur Linken, mit hieroglyphischen Zeichen eng bedeckt sind. Er ward am Berge Barkal vor mehreren Jahren aufgefunden und nach Kairo

transportirt, um hier seinen Platz in den Sammlungen des Khedive von Aegypten einzunehmen.

Den oberen Theil der Vorderseite des Steines schmückt eine Darstellung, deren Mittelgruppe das Bild Königs *Pi-anchi* und die Figuren des thebanischen Gottes *Amon* und seiner Gemahlin *Mut* bilden. Vor dem Könige befindet sich eine ägyptische Fürstin, die Gemahlin des Kleinkönigs Namaroth (Nimrod), welcher dem Aethiopen ein kostbares Sistrum und ein Pferd als Geschenke überreicht. Darunter liegen in anbetender Stellung die Kleinkönige *Usarkon*, *Aupoth* und *Paftotbast*. Dahinter, in gleicher Stellung: »der Satrap *Akanosch*«, »der Satrap *Ziamonaufanch*«, und die Fürsten *Pet-ise*, *Pithanef* und *Pima*.

Nach diesen Bemerkungen lege ich nunmehr die wortgetreue Uebersetzung der Inschrift vor, welche nur an einer Stelle eine größere Lücke darbietet, ohne daß durch das Fehlende der Sinn des Ganzen beeinträchtigt würde.

1. »Im Jahre 21, im Monat Thoth, unter »der Regierung des Königs von Ober- und Un- »terägypten *Miamun Pi-anchi* — möge er leben »ewiglich — erließ Meine Königliche Majestät »den Befehl, daß man vernehmen solle von dem, »was ich gethan habe, mehr als die Vorfahren. »Ich der König bin ein Theil Gottes, ein leben- »des Ebenbild Tum's. Herauskommend aus dem »Mutterleibe ward ich erlesen zum Herrscher, »vor dem sich die Großen fürchteten, wissend »daß ich [ein gewaltiger Herr sein würde].

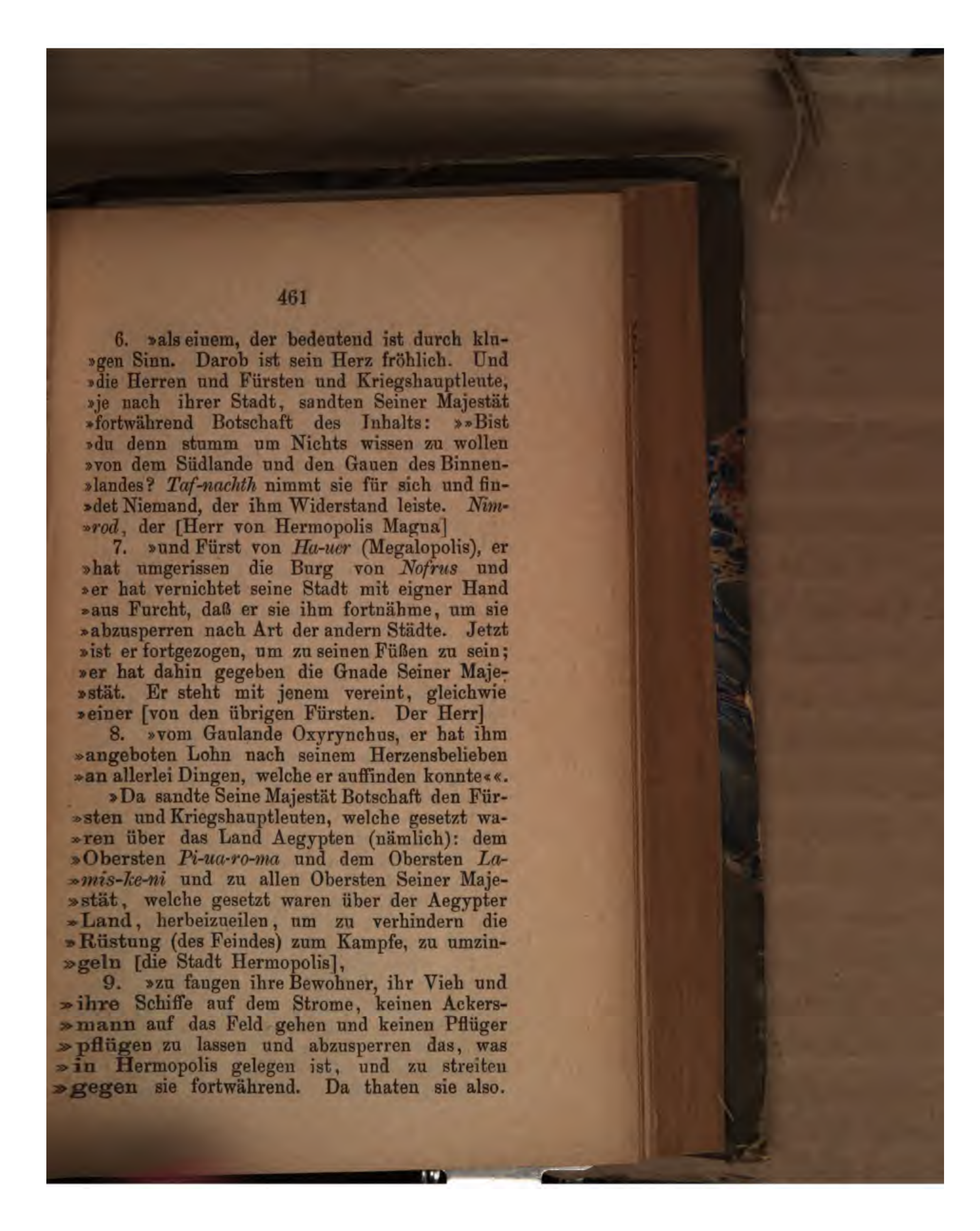
2. »Seine Mutter erkannte es wohl, daß er »zum Herrscher bestimmt sei im Mutterleibe, er »der göttliche Wohlthäter, der Freund der Göt- »ter, der Sohn des Sonnengottes *Ra*, der ihn »mit seinen Händen gebildet hat, *Miamun Pianchi*.

»Man kam, um Sr. Majestät zu melden: es »befindet sich der Herr des Westlandes (d. h. »westlichen Deltalandes), der große Fürst in der »heiligen Stadt (d. i. Saïs) *Taf-nachth* in dem »Gau [Name fehlt], in dem Gau Xoïtes, in der »Stadt *Hap* (Nilopolis), in der Stadt [. . . . .]

3. »in der Stadt *Ain*, in der Stadt *Pi-nub* »(Momemphis) und in der Stadt *Memphis*. Er »hat das ganze Westland in Besitz genommen, »von dem Hinterseelande (von Buto) an bis zur »Stadt der Scheidungsgrenze (von Ober- und »Unterägypten). Er fährt stromaufwärts mit »vielem Kriegsvolk. Die Bewohner beider Theile »Aegyptens sind versammelt bei ihm. Die Für»sten und Herren der Städte sind wie Hunde zu »seinen Füßen. Nicht verschlossen sind (ihm) »die Burgen

4. »der Gaue des Südlandes. Die Städte »*Mi-tum* (Meidum), *Pi-sochem-cheper-ra* (später »Ptolemaïs, am Eingange zum Fajum), Crocodi»lopolis, *Pi-maz* (Oxyrynchus), *Thekanasch* und »alle (anderen) Städte der Westseite haben ihm »die Thore geöffnet, aus Furcht vor ihm. Er »wendet sich zu den Gauen der Ostseite. Sie »öffnen ihm gleich wie die folgenden: *Ha-»bennu* (die Phönixstadt Hipponon), *Tai-uzai* und »Aphroditopolis Parva. Er bereitet sich vor

5. »einzuschließen die Stadt Heracleopolis »Magna. Er hat sie umgeben wie mit einem »Ringe. Der hinausgehen will, kann nicht hin»ausgehen, der hineingehen will, nicht hineinge»hen ob des fortdauernden Kampfes. Er hat »sie umzingelt nach allen ihren Seiten. Alle »Fürsten, welche anerkennen seine Macht, die »läßt er sitzen, jeden Einzelnen, in seinem Gau, »als Fürsten und Könige der Städte. Und sie »[huldigen ihm]



6. »als einem, der bedeutend ist durch klugen Sinn. Darob ist sein Herz fröhlich. Und »die Herren und Fürsten und Kriegshauptleute, »je nach ihrer Stadt, sandten Seiner Majestät »fortwährend Botschaft des Inhalts: »»Bist »du denn stumm um Nichts wissen zu wollen »von dem Südlande und den Gauen des Binnen»landes? *Taf-nachth* nimmt sie für sich und fin»det Niemand, der ihm Widerstand leiste. *Nim»rod*, der [Herr von Hermopolis Magna]

7. »und Fürst von *Ha-uer* (Megalopolis), er »hat umgerissen die Burg von *Nofrus* und »er hat vernichtet seine Stadt mit eigner Hand »aus Furcht, daß er sie ihm fortnähme, um sie »abzusperren nach Art der andern Städte. Jetzt »ist er fortgezogen, um zu seinen Füßen zu sein; »er hat dahin gegeben die Gnade Seiner Maje»stät. Er steht mit jenem vereint, gleichwie »einer [von den übrigen Fürsten. Der Herr]

8. »vom Gaulande Oxyrynchus, er hat ihm »angeboten Lohn nach seinem Herzensbelieben »an allerlei Dingen, welche er auffinden konnte««.

»Da sandte Seine Majestät Botschaft den Für»sten und Kriegshauptleuten, welche gesetzt wa»ren über das Land Aegypten (nämlich): dem »Obersten *Pi-ua-ro-ma* und dem Obersten *La»mis-ke-ni* und zu allen Obersten Seiner Maje»stät, welche gesetzt waren über der Aegypter »Land, herbeizueilen, um zu verhindern die »Rüstung (des Feindes) zum Kampfe, zu umzin»geln [die Stadt Hermopolis],

9. »zu fangen ihre Bewohner, ihr Vieh und »ihre Schiffe auf dem Strome, keinen Ackers»mann auf das Feld gehen und keinen Pflüger »pflügen zu lassen und abzusperren das, was »in Hermopolis gelegen ist, und zu streiten »gegen sie fortwährend. Da thaten sie also.

»Da sandte Seine Majestät das Kriegsvolk nach
»Aegypten, indem er ihnen gar sehr, gar sehr
»einschärfte: »»Gebet [Acht, wachet! verbringet
»nicht]

10. »die Nacht mit dem Vergnügen des
»Spiels. Seid kampfbereit gegenüber dem An-
»blick (des Feindes) und seid gerüstet zum Streit
»auch in der Ferne. So wie Einer (von den
»Führern) spricht: es haben sich gewendet das
»Kriegsvolk und die Zweigespanne einer andern
»Stadt zu, warum wollt ihr zögern an sein
»Kriegsvolk heranzugehen? Ihr sollt kämpfen,
»sowie er gesprochen hat. Wenn jemand von
»den Feinden seine Vertheidiger aus einer an-
»dern Stadt zu holen vor hat, machet eine

11. »Schwenkung, ihnen entgegen. Hat
»einer dieser Fürsten mit sich geführt, zu sei-
»ner Bedeckung, Kämpfer aus Marmarica oder
»Streiter von den Getreuen, so rüstet euch zum
»Kampfe gegen sie. Wie ein alter Held sagt:
»»nichts frommt es, daß er zusammenrufe das
»Kriegsvolk und zahlreiche Gespanne der besten
»Rosse des Stalles, sondern

12. »in den Streit ziehend erkenne, daß
»Amon, der Göttliche, es ist, der uns sendet««.
»Wenn ihr (daher) angekommen seid in Theben, im
»Angesicht (des Tempels) von *Api*, so geht hin-
»ein in das Wasser, reinigt euch in dem Strom,
»zieht euch aus, am Hauptkanal, spannt ab den
»Bogen und legt bei Seite die Waffen gegenüber

13. »dem (Götter-)Könige, als dem Allge-
»waltigen. Keine Stärke wird sein dem Tapferen,
»der ihn mißachtet, er macht den Schwachen
»zum Starken, und wären ihrer (der Starken)
»viele, sie müssen den Rücken wenden vor dem
»Winzigen, und wäre es Einer (ein Schwacher),
»er nimmt es mit tausend Mann auf. Besprengt

»euch mit dem Wasser seiner Weihaltäre, fallt
»vor ihm nieder auf euer Angesicht und sprechet

14. »zu ihm also: »»Gieb uns den Weg un-
»seres Kampfes im Schatten deines mächtigen
»Armes. Die Menschengeschlechter, welche für
»dich in den Streit ziehen, werden zurückdrän-
»gen den Feind in vielen Niederlagen««. Da
»warfen sie sich auf den Bauch vor Seiner Ma-
»jestät (indem sie also redeten): »»Ist es denn
»nicht dein Name, der unsern Arm stark macht?
»Ist es nicht deine Weisheit, welche deinem
»Kriegsvolke Festigkeit verleiht? Dein Brot ist
»in unserm Leibe auf allen Wegen und dein
»Meth

15. »löscht unsern Durst. Giebt nicht deine
»Kraft uns Stärke und männlichen Muth, bei dem
»Gedanken an dich? Nichts ist ein Kriegsvolk,
»dessen Oberster ein Feigling ist. Und wo ist
»der, welcher dir gleicht? Du bist der König,
»dessen Hände den Sieg schaffen, ein Meister
»in der Arbeit des Kampfes««.

»Nachdem sie gegangen waren

16. »stromabwärts, erreichten sie die Stadt
»Theben und thaten alles, wie ihnen Seine Ma-
»jestät geboten hatte. Nachdem sie gezogen
»waren stromabwärts auf dem Flusse, fanden sie
»eine Menge von Schiffen, die stromaufwärts fuh-
»ren, mit Kriegsvolk, Schiffern und Obersten von
»den besten Kämpen Unterägyptens, ausgerüstet
»mit allem Geräthe

17. »zu kämpfen gegen das Kriegsvolk
»Seiner Majestät. Da brachten sie ihnen eine
»große Niederlage bei. Niemand kennt die Zah-
»len ihrer Gefangenen, sammt ihrer Schiffe, wel-
»che als lebende Gefangene gebracht wurden
»nach der Stätte, wo sich Seine Majestät be-
»fand. Nachdem sie weiter gezogen waren bis

»vor die Stadt Heracleopolis Magna, rüsteten sie
»sich zum Kampfe.

»Folgendes ist das Verzeichniß der Fürsten
»und Könige von Unterägypten:
»der König *Nimrod* und
»der König *Aupoth*
»der assyrische Satrap *Schaschanq* von der Stadt
»Busiris, und der Satrap *Zi-amon-auf-anch* von
»der Stadt Mendes, und sein ältester Sohn, wel-
»cher Kriegshauptmann war von der Stadt Her-
»mopolis Parva,
»die Krieger des Erbherrn *Bek-en-nifi* und
»sein ältester Sohn, der Satrap (19) *Nes-na-ai*
»von dem Gau von Xoïs,
»der Großmeister der Wedelträger, welche in
»Unterägypten sind, und
»der König *Usarkon*, welcher in der Stadt Bu-
»bastus und in der Stadt *Un-n-ra-nofer* sitzt,
»und alle Fürsten und Könige der Städte auf
»der Westseite, auf der Ostseite und auf den
»Inseln dazwischen. Sie hatten sich zusammen-
»gefunden auf den Willen des Einen hin und
»saßen also zu den Füßen des großen Herrn des
»Westlandes, des Fürsten von Städten von Un-
»terägypten, des Propheten der *Neith*, der Her-
»rin von Saïs,

20. »und des Oberpriesters des Ptah (von
»Memphis) *Taf-nachth*.

»Nachdem sie vorwärts gegangen waren, da
»brachten sie ihnen eine große Niederlage bei,
»größer als irgend je, und nahmen fort ihre
»Schiffe auf dem Flusse. Nachdem die, so übrig
»waren, sich fortbegeben hatten, landeten sie
»auf der Westseite, auf dem Gebiete der Stadt
»*Pi-pek*. Als die Erde hell geworden war, am
»frühen Morgen (des nächsten Tages), da zog
»das Kriegsvolk Seiner Majestät

21. »ihnen entgegen, und es stieß zusam-
»men Kriegsvolk mit Kriegsvolk. Da tödteten
»sie viel Volk von ihnen sammt Pferden. Nie-
»mand kennt die Zahl der Gefallenen. Die,
»welche übrig geblieben waren, sie flohen nach
»Unterägypten wegen der ungeheuren Niederlage,
»denn sie war erschrecklicher als je.

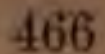
Verzeichniß der Leute von ihnen, welche getödtet waren: Männer [. . . .].

22. »[Es zog] der König *Nimrod* flußauf-
»wärts nach Oberägypten, weil ihm angesagt
»war, daß die Stadt Hermopolis Magna sich in
»der Gewalt der Feinde, mit Rücksicht auf das
»Kriegsvolk Seiner Majestät, befände, welche
»ihre Bewohner und ihr Vieh fingen. Da ging
»er bis vor Hermopolis. Das Kriegsvolk Seiner
»Majestät aber befand sich auf dem Flusse bei
»dem Hafenplatze

23. »des hermopolitischen Gaues. Als sie
»hörten, daß der König (Nimrod) sie umzingelt
»habe von allen vier Seiten, daß keiner weder hin-
»aus noch hineinkäme, da sandten sie einen Boten
»ab um zu melden Seiner Majestät *Miamun Pi-
»anchi*, dem Lebenspender, von der ganzen Nie-
»derlage, die ihnen bereitet worden in aller
»Stärke von Seiner Majestät (dem Könige Nimrod).

»Da war grimmig Seine Majestät wider sie,
»gleichwie ein Pardel (und redete): »»also sie
»ließen

24. »übrig bleiben einen Rest von dem
»Kriegsvolke Unterägyptens und ließen fortlau-
»fen von ihnen, wer fortlaufen wollte, um mit-
»zutheilen, daß jener heranziehen solle, damit
»sie nicht den Tod erduldeten, (sondern) um
»sie herauszuziehen? Ich schwöre, so wahr ich
»liebe den Gott *Ra*, so wahr mich segne der



»Gott *Amon*, ich werde selber stromabwärts zie-
»hen, ich werde vereiteln

25. »was jener gethan hat, ich werde ihn
»zurückdrängen, und sollte der Kampf fortwäh-
»rend dauern, nach vollendeter Feier der übli-
»chen Gebräuche des Neujahrsfestes. Ich werde
»ein Opfer spenden dem Vater Amon an seinem
»schönen Feste, er soll feiern seinen Ausgang
»an dem schönen Tage des Neujahrs. Ich werde
»ziehen in Frieden, um zu schauen Amon an
»dem schönen Feste des thebanischen Monates
»Paopi. Ich werde sein Bildniß hinausgehen
»lassen

26. »nach Api des Südens an seinem schö-
»nen Feste des thebanischen Monates Paopi in
»der Nacht an dem Feste, welches aufgestellt
»ist für Theben und welches ihm zuerst einge-
»setzt hat der Sonnengott *Ra*. Ich werde ihn
»zurückführen nach seinem Tempel, wo er auf
»seinem Stuhle thront. Aber an dem Tage der
»Rückkehr des Gottes, am 2. des Monates Athyr,
»will ich schmecken lassen das Volk Unterägyp-
»tens den Geschmack meiner Finger««.

»Da blieb des Königs Kriegsvolk

27. »in Aegypten. Es hatte gehört von dem
»Grimm, welcher Seine Majestät erfaßt hatte
»wider sie. Da stritten sie gegen die Stadt *Pi-*
»*maz*, vom Gau Oxyrynchites, und sie nahmen
»sie wie eine Wassersfluth. Und sie sandten
»Botschaft an Seine Majestät, aber sein Herz
»ward darum nicht versöhnt. Da stritten sie
»wider die sehr starke Stadt *Ta-tehan* (heute
»Tehneh) und fanden sie angefüllt

28. »mit Kriegsvolk aus der Zahl der besten
»Kämpen Unterägyptens. Da ließen sie den
»Sturmbock spielen gegen sie, der stieß um ihre
»Mauern. Sie brachten ihnen eine große Nie-

»derlage bei — Niemand kennt die Zahlen —
»darunter auch der Sohn des Satrapen *Taf-*
»*nachth.* Da sandten sie Botschaft an Seine Ma-
»jestät, aber sein Herz ward darum nicht ver-
»söhnt.

29. »Da stritten sie wider die Stadt *Ha-ben-*
»*nu* und öffneten sie und es zog hinein das
»Kriegsvolk Seiner Majestät. Da sandten sie
»Botschaft deßwegen an Seine Majestät, aber
»sein Herz ward darum nicht versöhnt.

»Im Monat Thoth, am 9. Tage desselben, nach-
»dem Seine Majestät nach Theben niedergestie-
»gen war, feierte er das Amonsfest in dem the-
»banischen Monate Paopi. Nachdem Seine
»Majestät stromabwärts

30. »gezogen war nach der Stadt Hermopolis
»Magna, trat er heraus aus der Kajüte des Schiffes,
»ließ anschirren die Rosse und bestieg die Streit-
»wägen (deren Namen waren): Die Ehrfurcht
»vor Seiner Majestät reicht bis zu den
»Asiaten, und Aller Herzen fürchten
»ihn. Nachdem Seine Majestät vorwärts gezo-
»gen war, stürzte er sich auf die

31. »Hasser seines Kriegsvolkes, voller Grimm
»wider sie, gleichwie der Pardel (indem er also
»sprach): »»Stehen sie nicht da? so kämpft
»doch! Das heißt mein Geschäft verzögern!
»Ist nicht die Zeit gekommen, um endlich einmal
»dem Lande Unterägypten Achtung vor mir einzu-
»flößen««? Eine gewaltige Niederlage ward ihnen
»beigebracht, schrecklich durch den Schlag, den
»er ihnen beibrachte.

»Aufgerichtet ward für ihn das Zelt im Süd-
»westen der Stadt Hermopolis Magna. Abge-
»sperrt blieb sie

32. »fortwährend. Es wurde aufgeworfen
»ein Wall, um zu verdecken die hohe Festungs-

»mauer. Als der Holzbau gegen sie hoch genug »war, schossen die Bogenschützen hinein und »die Schleudermaschinen warfen Steine, um fort»während Leute von ihnen zu tödten. Drei »Tage währte das. Da waren die in Hermopo»lis stinkend geworden und ermangelten ihres »Wohlgeruches.

33. »Da übergab sich Hermopolis demüthig »und flehte an den König von Unterägypten »und Abgesandte kamen heraus und traten herzu »mit allen Dingen gut anzuschauen: Gold, Edel»steine, Kleider aus Baumwolle (vor Seine Ma»jestät), welcher aufgesetzt hatte das Schlangen»diadem, um Achtung vor ihm einzuflößen. Aber »es mangelte nicht an vielen Tagen, ehe sie an»flehen durften seine Krone. Da ließ man hin»ausgehen

34. »sein Weib, die Königin und Tochter »eines Königs, *Nes-thent-nes* um anzuflehen die »Königinnen und die königlichen Kebsweiber »und des Königs Töchter und Schwestern. Und »sie warf sich auf den Bauch im Frauenhause »vor den Königinnen (also redend): »»Kommt »doch zu mir, ihr Königinnen, Königstöchter »Königsschwestern! Stimmt milde den Horus, »den Gebieter des Palastes. Erhaben ist seine »Person, groß sein Triumph. Lasset

35. »seinen [Zorn] sich legen vor meinen »[Bitten], denn sonst wird er gehen [um zu töd»ten den König, meinen Gemahl, aber]

36. »der ist gering geworden««. Sie hatte »[beendigt ihre Rede. Seine Majestät]

37. »war im Herzen bewegt ob des Flehens »der Königin

38—50. (vollständig zerstörter Theil der Inschrift).

51. »vor (?) dir. Wer ist Führer, wer ist

»Führer? Wer, wann er geführt wird, wer wird »geführt . . . . .

52. »dir die Gelegenheit zu leben. Ist »denn nicht der schwellende Strom wie ein »Pfeil? Ich bin . . . . .

53. »Die Bewohner des Südens verbeugen »sich, die Nordländer (sprechen): »»laß uns sein »in Deinem Schatten! hat Jemand übel gehan- »delt, so [komme] er [zu Dir]

54. »mit seiner Friedensgabe. Das ist ein »Ruder, welches umwendet (wie ein Schiff) sei- »nen Gebieter zu dem, welcher der göttlichen »Person (fortan) angehört. Er hat geschaut das »Feuer in . . . . . .

55. »Nichts werth ist ein Großer, der we- »gen seines Vaters bewundert wird, Deine Ge- »filde sind voller Kleinen««. Da warf er (Kö- »nig Nimrod) sich auf den Bauch vor seiner Ma- »jestät [also sprechend: »»du bist]

56. »der Horus, der Herr des Palastes. »Willst du es mir nicht gestatten, daß ich einer »von des Königs Knechten sei und Abgaben »zahle von meinen Erzeugnissen für das Schatz- »haus [gleichwie die, welche Steuer zahlen]

57. »von ihren Erzeugnissen? Ich werde dir »mehr als jene leisten««. Da reichte er dar »Silber, Gold, blaue und grüne Steine, Eisen und »viele Juwelen.

58. »Da ward voll das Schatzhaus von die- »sen Geschenken. Er führte herbei ein Pferd »mit seiner Rechten, ein Sistrum war in seiner »Linken und das Klapperblech war von Gold »und blauen Steinen. Da zog hinaus der König »aus

59. »seinem Palast und begab sich in den »Tempel des Thut, des Herrn der Achtstadt »(Aschmun d. i. Hermopolis Magna). Er schlach-

»tete Stiere, Kälber und Vögel seinem Vater »Thut, dem Herrn der Achtstadt und den Acht- »gottheiten in dem

60. »Tempel der Achtgottheiten. Und das »Volk vom Hermopolites spielte ein Lied und »sie sangen: »»Schön ist der Horus, welcher »weilt in

61. »seiner Stadt, der Sohn der Sonne, Pi- »anchi! Du feierst uns Feste als ob du der »Schirmherr des Gaues Hermopolites wärest««. »Nachdem der König sich begeben hatte

62. »in das Haus des Königs *Nimrod*, da »besuchte er alle Gemächer des Königs, sein »Schatzhaus und seine Vorrathshäuser. Und er »war zufrieden. Es kamen

63. »zu ihm die Weiber des Königs und »die Töchter und sie priesen Seine Majestät nach »der Weise der Weiber, aber nicht warf Seine »Majestät sein Angesicht auf

64. »sie. Nachdem sich Seine Majestät nach »dem Pferdestall begeben hatte, und nach den »Gestüten der Fohlen, da bemerkte er [daß man]

65. »sie hungern ließ. Er sprach: »»Ich »schwöre, so wahr mich liebt der Sonnengott »*Ra*, der Jugendliche, so wahr ich athme im »Leben, niederträchtiger ist das für mein Herz, »nämlich hungern

66. »zu lassen die Pferde, als alle andern »Fehler, so du begangen hast. Dadurch daß du »bloßgelegt hast Dein Herz, ist mir ein Zeug- »niß geliefert von der Gewohnheit Deiner (An- »hänger?).

67. »Hast du vergessen, daß der Schatten »Gottes auf mir ruht? Nicht soll ihm erman- »geln meinerseits der Beweis! Daß doch mir »angethan hätte Solches

68. »ein Andrer, ein Unwissender, kein Hoch-

»müthiger, wie er es ist. Ich bin geboren aus »dem Mutterleibe und bin geschaffen aus dem »Ei eines göttlichen Wesens. Es hat erzeugt

69. »mich ein Gott. Bei seinem Namen! »Nicht will ich seiner vergessen bei dem, was »er mir geboten hat zu thun««. Da ließ er zu- »theilen sein Besitzthum dem Schatzhause

70. »und seine Kornkammer dem Vermögen »des Gottes Amon von *Api*.

»Nachdem der Fürst von Heracleopolis Magna, »*Paf-tot-bast* angekommen war mit Geschenken

71. »nach dem Großhause des Göttlichen »mit Gott, Silber, ächten Edelsteinen, Pferden »von den auserwähltesten des Stalles, da warf »er sich auf den Bauch vor Seiner Majestät, und »sprach also: »»Heil Dir Horus!

72. »mächtiger König, Stier, welcher ab- »wehrt die Stiere. Mich hat gefaßt die Tiefe, »ich bin versunken in Finsterniß, gieb mir Helle »vor

73. »seinem Angesicht. Nicht habe ich »funden einen Freund am Tage des Unheils, »oder Einen, der gestanden hätte am Tage des »Kampfes, ausgenommen dich, o König! Ver- »scheuche

74. »die Finsterniß vor meinem Angesicht. »Ich werde sein wie ein Diener sammt meinen »Unterthanen von Heracleopolis Magna, welche »Abgaben zahlen werden

75. »an dein Haus, denn du gleichst dem »Gotte Hormachu, dem Fürsten der Wandel- »sterne. Er ist, was du bist als König. Nicht »vergeht er,

76. »nicht vergehst Du, König von Ober- »und Unterägypten *Pi-anchi* ewig lebender««.

»Nachdem abwärts gefahren war Seine Ma-

»jestät nach der Spitze des Seelandes (Fajum),
»bis zur Stelle der Schleuse

77. »des Kanales, da fand er die Stadt *Pi-*
»*sechem-cheper-ra* (Osorkon's I), deren Mauern
»hoch waren und deren Burg verschlossen war,
»angefüllt mit den besten Kämpen des Landes
»Unterägypten. Da sandte er einen Boten an
»sie, also redend: »»Zu leben im Sterben ist
»grauenvoll.

78. »[Entrissen] soll sein das Leben dem
»Tode, wenn sofort geöffnet wird. Wird mir
»nicht aufgethan, so gehört ihr zur Zahl der
»gefallenen Feinde. Das heißt beleidigen ei-
»nen König ihn aussperren vor den Thoren.
»Gut wird sein euer Leben für das Hochgericht,
»gut wird sein dieser Tag von dem an, welcher
»liebt den Tod bis zu dem hin, welcher haßt
»das Leben.

79. »[Entscheidet euch] im Angesicht des
»ganzen Landes««. Da sandten sie eine Bot-
»schaft an Seine Majestät, um also zu reden:
»»Es ruht der Schatten Gottes auf Dir, Du Sohn
»der Göttin Nut. Er leiht Dir seine Hand.
»Was Dein Herz wünscht, es geschieht sofort.
»Wie der Ausspruch aus dem Munde Gottes lau-
»tet, so geschieht es. Du bist geboren vom
»Gotte, um uns zu schauen in Deiner Hand.
»Beschützt wird die Stadt, die dein ist, und das
»Besitzthum in ihren Häusern««.

80. »[Da öffneten sie alles, was verschlossen
»war]. Es ging hinein, wer hinein gehen wollte,
»es kam heraus, wer herausgehen wollte, Es that
»Seine Majestät nach seinem Belieben. Da ka-
»men sie heraus mit einem Sohne des Satrapen
»*Taf-nachth*. Nachdem das Kriegsvolk Seiner
»Majestät hineingezogen war, da tödteten sie
»auch nicht Einen von den Bewohnern. Er fand

81. »[Leute des Fürsten beschäftigt] mit den »Beamten des Hofes, um zu versiegeln sein Eigenthum. Aber es wurden zugetheilt seine »Schatzhäuser dem Schatzhause, und seine Kornkammern dem Vermögen seines Vaters, des thebanischen *Amon-ra*.

»Nachdem Seine Majestät flußabwärts gefahren war, fand er die Stadt *Mi-tum* (Meidum), »die Stadt des Sokar, des Herrn der Erleuchtung. Sie war verschlossen und nicht hineinzukommen, denn ihre Absicht war es zu kämpfen und [sie hatte] aufgenommen

82. »[viele Krieger, aber] sie fürchteten seine »Kraft und sie hatte verschlossen ihren Mund. »Da sandte eine Botschaft Seine Majestät zu ihnen des Inhalts: »»zwei Wege liegen vor euch »da, ihr habt zu wählen. Zieht ihr es vor zu »öffnen, so werdet ihr leben, zu verschließen, »so werdet ihr des Todes sein. Meine Majestät »zieht an keiner verschlossenen Stadt vorüber««. »Da öffneten sie auf der Stelle. Es zog Seine »Majestät in sie hinein. Er reichte dar

83. »[ein Opfer dem] Gotte *Menhi*, dem Urheber der Erleuchtung. Er theilte zu sein »Schatzhaus und seine Kornkammern dem Vermögen des Gottes Amon von *Api*.

»Nachdem Seine Majestät stromabwärts gezogen war bis zur Stadt *Thi-taui* (an der Grenze »von Ober- und Unterägypten), da fand er die »Burg verschlossen und die Mauern voller Kämpen aus Unterägypten. Da öffneten sie die »Verschlüsse und warfen sich nieder auf den »Bauch

84. »[indem sie also redeten zu] Seiner Majestät: »»Es hat dir befohlen dein Vater sein »Erbe. Du bist die Welt, du bist, was in ihr »ist, du bist der Herr dessen, was auf Erden ist««.

»Nachdem seine Majestät sich auf den Weg ge-
»macht hatte, ward ein großes Opfer gereicht
»den Göttern in dieser Stadt, an Stieren, Käl-
»bern, Vögeln und an allen guten und reinen
»Dingen. Da ward zugetheilt sein Schatzhaus
»dem Schatzhause und seine Kornkammern dem
»Vermögen

85. »[des Gottes Amon von Api.

»Als Seine Majestät erreicht hatte] die Stadt
»Memphis, da sandte er eine Botschaft zu ihnen
»des Inhalts: »»Verschließe nicht, kämpfe nicht,
»du Sitz des Gottes *Schou* von allem Anfang
»an! Der welcher hinein gehen will, gehe hin-
»ein, der, welcher hinausgehen will, gehe hinaus.
»Kein Wandrer soll behindert sein. Ich will
»eine Opferspende weihen dem Gott *Ptah* und
»den Göttern von Memphis. Ich will huldigen
»dem Gotte *Sokar* in der Krypte, ich will schauen
»den Gott *Anbu-ris-ef*. Dann werde ich weiter
»ziehen stromabwärts in Frieden.

86. »[Nichts Schlimmes soll widerfahren den
»Bewohnern] von Memphis, sie seien heil und
»gesund, nicht sollen weinen die Kinder. Schaut
»doch jeden einzelnen Gau des Südlandes. Nie-
»mand wurde getödtet mit Ausnahme der Frev-
»ler, welche Gott fluchten. Es fielen nur die
»Bösewichter dem Hochgerichte anheim««. Da
»verschlossen sie ihre Veste und ließen hinaus-
»gehen Krieger zu etlichen von den Kriegern
»Seiner Majestät [verkleidet] als Arbeiter, Mauer-
»meister und Schiffer,

87. »[die sich näherten] dem Hafenplatze
»von Memphis, denn in selbiger Zeit hatte der
»Fürst von Saïs Memphis erreicht gegen Abend,
»indem er Weisung ertheilt hatte seinen Krie-
»gern, seinen Schiffern und allen Häuptlingen
»seiner Krieger, 8000 Mann. Und er hatte ih-

»nen sehr, sehr stark (folgende) Weisung gege-
»ben: »»Es ist Memphis voller Krieger, von den
»Besten Unterägyptens. Getreide, Durra und
»allerlei Korn der Getreidekammern ist nach
»dem Maaß einer Wasserfluth darin, allerlei Ge-
»räth

88. »[zum Kampf ist vorhanden. Wohl be-
»festigt ist] die Burg, die Zinnen sind gewaltig,
»wobei das Werk berechnet ist mit Bezug auf
»den Strom, welcher sich herumbiegt an der
»Ostseite. An dieser Stelle ist kein Kampf möglich.
»Die Viehställe sind gefüllt geblieben mit Rin-
»dern. Die Schatzkammer ist versehen mit al-
»lem Bedarf an Silber, Gold, Erz, Stoffen, Bal-
»sam, Honig, Butter. Ich ziehe weiter, ich will
»übergeben das Eigenthum den Unterkönigen des
»Nordlandes. Ich öffne ihnen (wieder) ihre Gaue,
»ich werde sein als

89. »[ihr Erretter. Wartet nur ab] die Tage
»bis zu meiner Rückkehr.«« »Nachdem er sein
»Pferd bestiegen hatte, denn er hatte kein Ver-
»langen nach seinem Streitwagen, und nachdem
»er stromabwärts gegangen war, aus Furcht vor
»Seiner Majestät, da ward helle die Erde am
»(nächsten) Morgen in aller Frühe. Da kam
»Seine Majestät nach der Stadt Memphis, und
»er landete auf ihrer Nordseite und er fand das
»Wasser hinaufreichend bis zu den Mauern.
»Die Schiffe landeten

90. »[bei dem Hafenplatze] von Memphis.
»Da sah Seine Majestät wie stark sie war. Die
»Mauern waren hoch, ganz neu gebaut, die Zin-
»nen waren stark angelegt, so dass kein Weg
»zum Streit gegen sie da war. Von den Kriegern
»Seiner Majestät sprach ein Jeder im Gespräche
»von allen möglichen Arten zu kämpfen und ein
»Jeder *sprach:* »»Wohlan! sperren wir ab

91. »[Die Stadt.«« Darauf der König]:« »Nicht »soll das Kriegsvolk zu viel der Worte machen »betreffend den Uebergang zu ihr. Wir wollen »erhöhen den Boden bis zu ihrer Mauer('shöhe), »wir wollen zusammenbinden Holzwerk, wir »wollen aufstellen Mastbäume, wir wollen machen »aus den Raen eine Brücke zu ihr, wir wollen »sie ausspannen mit Hülfe jener an allen ihren »Stellen nach Art von Wällen und

92. »[Brücken] gegen ihre Nordseite hin, um »zu erhöhen den Boden nach ihrer Mauer zu. »So werden wir finden einen Weg für unsere »Füße.««

»Denn es war seine Majestät ergrimmt gegen sie, »gleichwie der Pardel. Er sprach: »»Ich schwöre, »so war ich liebe den Sonnengott *Ra*, so war »mich segne mein Vater Amon, ich habe ge- »funden, daß dieses Alles sich zuträgt nach dem »Willen des Amon. Dies kommt daher, daß »die Leute sagen:

93. »[Leichtes Spiel hatte der König] mit »den Gauen der Südgegenden. Sie haben ihm »geöffnet schon von weitem. Nicht tragen sie »Ammon in ihrem Herzen, nicht wissen sie, daß »das, was er befohlen hat, geschehen müsse, »damit sich seine Person zeige und damit ge- »schaut werde seine Macht. Ich werde sie neh- »men wie eine Wasserfluth. Das was er mir »befiehlt,

94. »[Das soll geschehen]««. Da ließ er ziehen »seine Schiffe und seine Krieger, um zu kämpfen »gegen den Hafenplatz von Memphis. Sie brachten »zu ihm alle Fahrzeuge, alle Barken, alle Per- »sonenschiffe und Lastschiffe, wie ihre Menge »war. Die Landung geschah an dem Hafen- »platze von Memphis. Die vordersten landeten »bei den Wohnstätten

95. »[desselben. Die Bewohner desselben, »groß und] klein, sie weineten ob alles Kriegs- »volkes Seiner Majestät. Da kam Seine Majestät »um selber anzuführen die Schiffe, wie ihre »Menge war. Es befahl Seine Majestät seinen »Kriegern: »»Habt Acht beim Umzingeln der »Mauern und beim Eintreten in die Wohnhäuser »von dem Flusse aus. Ein jeder von Euch, »welcher betreten hat die Mauer, bleibe nicht »stehen an seinem Platze.

96. »[Geht vorwärts], drängt nicht zurück »die Anführer, das wäre erbärmlich zu ertragen. »Unsere Veste ist das Südland, unser Landungs- »platz sei das Nordland, wir werden sitzen in »der Stadt *Machi-taui* [Stadtviertel von Memphis]«. »Da wurde Memphis genommen gleichwie eine »Wassersfluth und viele Leute in ihr wurden »getödtet oder als lebende Gefangene zum Könige »geführt. Nachdem

97. »[die Erde] hell geworden war, am zwei- »ten Tage, da entsendete Seine Majestät Leute zu »ihr um zu schützen die Tempel Gottes. Denn »ihm war das von großer Bedeutung, wegen »des Allerheiligsten der Götter, zu weihen Was- »serspenden den Hauptgöttern von Memphis und »zu reinigen Memphis mit Salz, Balsam und »Weihrauch und zu stellen die Priester an den »Platz ihrer Füße. Es zog hinein seine Maje- »stät in das Haus

98. »[des Ptah], sich reinigend mit dem Weih- »wasser in dem Sterngemache. Er vollbrachte »alles für den König Vorgeschriebene. Er »betrat das Gotteshaus, wo ein großes Opfer »seinem Vater *Ptah Anburis-ef* zubereitet »ward an Stieren, Kälbern, Vögeln und an »allen guten Dingen. Nachdem Seine Majestät »in sein Haus eingezogen war, da hörten davon

»die Bewohner aller Kreise, welche in der Um-
»gebung von Memphis gelegen sind (nämlich):
»*Heri* die Stadt, *Peni-*

99. »*na-auaa*, der Thurm von *Bui* und das
»Dorf von *Biu*. Sie öffneten die Verschlüsse
»und sie entflohen in einer Flucht, ohne daß
»man mußte, wohin sie gegangen waren.

»Nachdem angelangt waren *Aupoth* und der
»Satrap *A-ka-neschu* und der Erbherr *Pet-ise*

100. »und alle Fürsten Unterägyptens mit
»ihren Geschenken, um zu schauen die Gnaden
»Seiner Majestät, da wurden zugetheilt die Schatz-
»häuser und die Kornkammern der Stadt Memphis
»dem Vermögen des *Amon*, des *Ptah*, und der
»Göttergesellschaft in der Stadt des *Ptah*.

»Als die Erde hell geworden war in der
»Frühe des nächsten Morgens, da zog Seine
»Majestät nach Osten. Eine Spende an Weih-
»wasser wurde dargebracht dem Gotte *Tum* von
»*Charcharau* (Babylon).

101. »und der Götterschaar in dem Tempel
»von *Pi-paut*, einer Grotte, und den Göttern
»in derselben, an Stieren, Kälbern und Vögeln,
»damit sie verleihen möchten Leben, Heil und
»Gesundheit dem König von Ober- und Unter-
»ägypten *Pi-anchi*, dem ewig Lebenden. Es
»zog Seine Majestät nach *On* (Heliopolis), über
»jenen Berg von Babylon, auf der Straße des
»Gottes *Sep* nach Babylon. Es zog Seine Maj.
»in das Zelt, welches (aufgeschlagen war) auf
»der Westseite des Kanales *Ao*. Er vollzog seine
»Reinigung, indem er sich säuberte inmitten

102. »des Seebeckens *Kebhu*, und wusch sein
»Angesicht mit der Milch der *Nun* (d. i. mit
»dem Wasser des steigenden Niles), woselbst *Ra*
»sein Angesicht zu waschen pflegt. Es zog seine
»Majestät nach der Sandhöhe in *On* und brachte

»ein grosses Opfer dar auf der Sandhöhe in *On*,
»im Angesicht des Sonnengottes *Ra* bei seinem
»Aufgange, an weißen Kühen, Milch, Balsam
»und Weihrauch von den besten und

103. »wohlriechendsten Hölzern. Zurückkeh-
»rend und auf seinem Wege nach dem Sonnen-
»tempel begrüßte ihn der Vorsteher des Gottes-
»hauses auf das Wärmste und der Vorbeter
»sprach den Spruch »von dem Fernhalten der
»bösen Geister von dem Könige.« Vollzogen
»wurde die Handlung des Sternhauses, angelegt
»die Binde, er gereinigt mit Balsam und Weih-
»wasser und ihm überreicht die Blumen für das
»Haus des Spitzwürfels (*Ha-benben*). Er nahm
»die Blumen, bestieg

104. »die Treppe nach dem grossen Schau-
»fenster um anzuschauen den Sonnengott *Ra* im
»Hause des Spitzwürfels. So stand der König
»selber da. Der Fürst war allein. Er löste den
»Riegel und öffnete die Thüren und sah seinen
»Vater *Ra* in dem erhabenen Hause des Spitz-
»würfels und die Morgenbarke des *Ra* und die
»Abendbarke des *Tum*. Verschlossen wurden
»(hernach) die Thüren, aufgelegt die Siegelerde
»und es drückte

105. »das Siegel der König selber auf. Den
»Priestern befahl er (Folgendes):

»»Ich habe mich überzeugt von dem Verschluß.
»Kein anderer von allen Königen soll mehr hin-
»eingehen!«« Während er dastand, warfen sie
»sich auf den Bauch vor Seiner Majestät, indem
»sie also sprachen: »»Es daure und mehre und
»schwinde nimmer dahin der Horus, der Freund
»der Stadt *On*!«« »Zurückkehrend, bei seinem
»Eintritt in dem Tempel des *Tum*, ward herbei-
»gezogen die Bildsäule seines Vaters des Gottes
»*Tum*, des Schöpfers, des Königs von *On*.

»Es kam an der König *Usarkon* um zu »schauen die Gnaden Seiner Majestät. Als die »Erde hell geworden war, in der Frühe des »nächsten Morgens, da schlug der König den »Weg nach dem Hafenplatze ein und die vorder- »sten seiner Schiffe fuhren nach dem Hafen des »athribitischen Gaues. Daselbst ward ein Zelt »aufgeschlagen für seine Majestät im Süden des »Ortes *Ka-hani* auf der Ostseite des

107. »athribitischen Gaues.

»Nachdem die Könige Oberägyptens und die »Fürsten von Unterägypten, alle Großmeister »sämmtlicher Wedelträger, alle Großmeister »sämmtlicher Königsenkel vom Westlande, vom »Ostlande und von den Inseln in der Mitte an- »gekommen waren, in der Absicht die Gnaden »Seiner Majestät zu schauen, da warf sich der »Erbherr *Pet-ise* auf seinen Bauch

108. »vor Seiner Majestät, also redend: »Komme nach dem athribitischen Gaue, schaue »an den Gott *Chont-chethi* von den Städten, »ehre die Göttin *Chui*, bringe ein Opfer dar dem »Horus in seinem Tempel an Stieren, Kälbern »und Vögeln, tritt ein in mein Haus, ich öffne »dir meine Schatzkammer, ausgebreitet liegt da »das Erbgut meines Vaters. Ich gebe dir Gold »nach den Gelüsten deines Herzens, die

109. »grünen Steine sind aufgehäuft vor »deinem Angesicht, und zahlreiche Pferde edel- »sten Blutes aus dem Stalle, das Vorzüglichste »aus dem Marstall.««

»Nachdem Seine Majestät eingezogen war in »den Tempel des Horus *Chont-cheth*, ward ein »Opfer dargereicht an Stieren, Kälbern und Vö- »geln seinem Vater *Horchont-chethi*, dem Herrn »von *Kem-ur* (Athribis). (Darauf) trat Seine

»Majestät in das Haus des Erbherrn *Pet-ise.*
»Er verehrte ihm eine Gabe an Silber, Gold,

110. »an blauen und grünen Steinen, einen
»großen Haufen aller Art, Stoffe, Byssusgewebe
»in aller Zahl, Ruhebetten mit Leinewand über-
»zogen, Weihrauch, Oel in Salbkrügen, Hengste
»und Stuten von den vorzüglichsten seines Stal-
»les. Er reinigte sich durch einen Eid bei Gott
»vor dem Angesichte jener Könige Oberägyptens
»und der großen Fürsten vom Lande

111. »Unterägypten — ein Jeder von ihnen
»(hatte nämlich gesagt), er habe versteckt seine
»Pferde und er habe verborgen seinen Reichthum,
»weil sie wünschten, daß er sterben möchte den
»Tod seines Vaters, — (indem er also redete):
»»Erwünscht ist mir Solches, daß ihr erdrücken
»wollet einen Diener. Wohlan wisset denn, daß
»der Herr zu mir steht. Erwünscht ist (mir)
»euer Gerede: ich habe verborgen Seiner Majestät
»das ganze Erbgut

112. »vom Hause meines Vaters. Das Gold,
»die Goldsachen mit Edelsteinen in allerlei Ge-
»fäßen und Ringen an den Händen, die goldenen
»Halsketten, die aus Edelsteinen zusammenge-
»setzten Brustgeschmeide, die Talismane für jedes
»Glied, die Reifen für den Kopf, die Ohrgehänge,
»allen sonstigen Königssckmuck, alle Gefäße zur
»Waschung des Königs in Gold und Edelstein,
»das alles lege ich

113. »hiermit offen vor. Die Bysusstoffe und
»Gewebe zu Tausenden sind von den besten
»meines Hauses. Ich weiß nunmehr, daß du
»damit zufrieden sein wirst. Tritt ein in den
»Marstall, wähle aus nach deinem Belieben von
»allen Pferden, welche du begehrst.«« Da that
»Seine Majestät also.

»Und es sprachen die Könige und die Für-

»sten zu Seiner Majestät: »»Lass uns ziehen nach
»unserer Stadt, wir wollen öffnen

114. »unsere Schatzkammer, wir wollen aus-
»wählen, was dein Herz beliebt. Wir wollen
»dir herbeiführen das Beste unseres Marstalles,
»das Vorzüglichste unserer Pferde.««

»Da that seine Majestät also.«

»Dies ist das namentliche Verzeich-
»niß derselben:

»König *Usarkon* von Bubastus und *Uu-n-no-*
»*nofer*,

»König *Aupoth* von der Stadt *Thent-ram*
»und *Ta-ani-ta*,

115. »Fürst *Zi-amon-auf-anch* von Mendes
»und *Ta-ap-ra.*«

»Sein ältester Sohn, ein Herr, Feldhauptmann
»von Hermopolis Parva *Anch-Hor*,

»Fürst *A-ka-nesch* von Sebennytus, von *Hebi*
»(Iseum) von Samhud (Diospolis Parva),

»Der Satrap *Pi-thanef* von *Pi-saptu* und
»*Ap-en-Anbu-hat*,

116. »Der Satrap *Pi-ma* von Busiris,

»Der Satrap *Nes-na-ai* von Xoïs,

»Der Satrap *Nacht-hor-na-schennu* von *Pi-garer*
»(Phagroriopolis),

»Der Satrap (ungenannt) von *Ta-ur* (Tanis),

»Der Satrap (ungenannt) von *Bechen* (Ostracine),

117. »Der Prophet des Horus, des Herrn von
»Letopolis, *Pet-hor-sam-taui*.

»Fürst *He-ro-bi-sa* von der Stadt der Göttin
»*Sechet*, der Herrin von Sa, und von der Stadt
»der *Sechet*, der Herrin von Hasaui,

»Fürst *Zi-chi-au* von Chont-nofer,

»Fürst *Pi-bi-sa* von Babylon und Nipolis (im
»heliopolitischen Gau).

»Sie brachten ihre Geschenke herbei an allen
»guten Dingen,

118. »an Gold, Silber, [blauen und grünen »Steinen], an [Stoffen, Ruhebetten] überzogen mit »Leinewand, an Weihrauch, an

119. »Salbenkrügen, an .... an Ge»schirren, (?) zum guten Gebrauch für die Pferde

120. »an .....

»[Nach diesem kam man um Seiner Majestät »zu sagen:

121. »[Es hat versammelt sein] Kriegsvolk »[der Satrap *Tafnachth* von der Stadt Saïs]. »Er hat umgestürzt die Mauern

122. [seiner Stadt] er hat Feuer gelegt an »[sein] Schatzhaus, [er ist geflohen nach den »Inseln] inmitten des Flusses, er hat stark ge»macht die Stadt *Mas-di*

123. »durch ihr Kriegsvolk. Man bringt ihm »entgegen, was] er [bedarf.]«« Da ließ seine »Majestät ausziehen sein Kriegsvolk

124. »um zu schauen, den Thatbestand, und »es ward übergeben die Legion (?) Manifi dem »Erbherrn *Pet-ise*. Da kam man um zu melden

125. »Seiner Majestät Folgendes: »»Wir haben »getödtet alle Leute, welche wir daselbst ge»funden haben.«« Da schenkte Seine Majestät »Belohnungen

126. »dem Erbherrn *Pet-ise*.

»Als solches hörte der Satrap *Tafnachth*, da »sandte er

127. »einen Boten nach der Stätte, woselbst »seine Majestät weilte, indem er anflehte Seine »Gnade also: »»Sei freundlich gesinnt! Nicht »habe ich geschaut dein Angesicht in

128. »den Tagen der Schmach. Nicht kann »ich bestehen vor deinem Feuer. Meine Männ»lichkeit ist in deiner Macht, denn du bist Gott »*Nub* im Lande des Südens, (du bist) *Monthu*,

129. »der kräftige Stier. Wenn du auf irgend

»etwas dein Angesicht richtest, so findest du
»keinen Diener dagegen, also daß ich mich be-
»geben habe bis zu den Inseln des großen
»Stromes.

130. »Ich bin voller Angst vor deiner Per-
»son ob des Ausspruches: daß die Feuerflamme
»mir Feindschaft bereiten solle. Ist denn nicht
»abgekühlt

131. »das Herz deiner Majestät durch das,
»was du mir angethan hast? Wenn ich ein Ver-
»ächter der Wahrheit war, so schlage mich nicht
»nach dem Maaße des Fehlers. Gemessen mit

132. »der Wage ist das Ergebniß in Unzen.
»Du hast sie mir verdreifacht. Gestreut ist die
»Saat für dich, welche mir war. Ist es denn
»gelegen niederzuhauen

133. »die Fruchtbäume anstatt sie zu pflücken?
»Bei deinem Namen! Der Schrecken vor dir ist
»in meinem Leibe und die Angst vor dir in
»meinen Gebeinen. Nicht sitze ich in

134. »dem Gemache des Methes, noch lasse
»ich mir reichen die Harfe. Ich esse Brod vor
»Hunger, und ich trinke Wasser vor

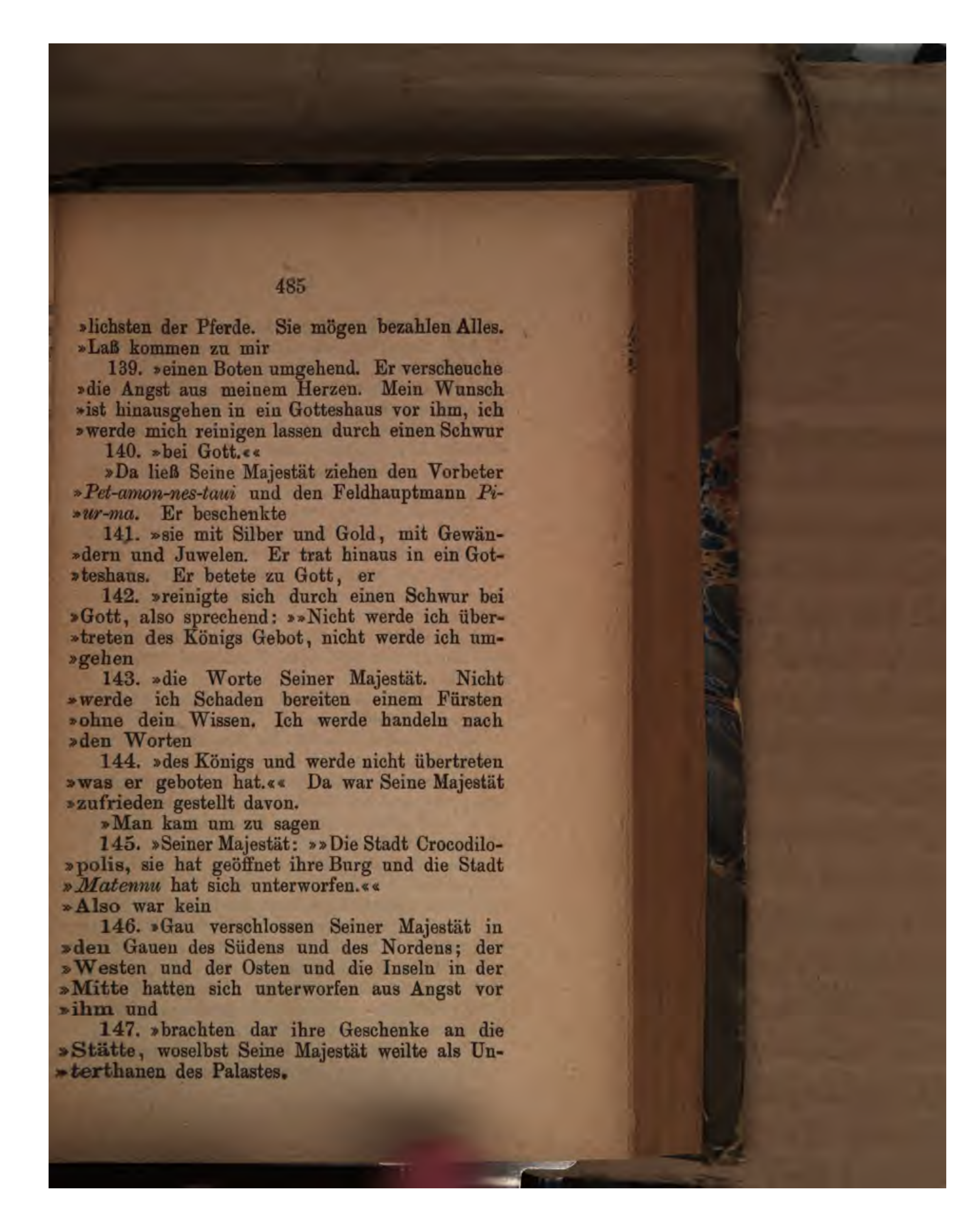
135. »Durst von jenem Tage an, als du hör-
»test von meinem Namen. Ein Zittern ist in
»meinen Knochen, mein Haupt ist geschoren,
»meine Gewänder

136. »sind alt, um mir gütig zu stimmen
»die Göttin Neith. Weit ist der Lauf gewesen,
»der dich zu mir geführt hat. Wende dein
»Antlitz (eigentlich: dein oben) zu mir, der
»ich unten bin. Ist es denn gelegen zu

137. »zerreißen mein Dasein? Reinige den
»Diener von seinem Hochmuthe!

»Wohlan! empfange mein Eigenthum für die
»Schatzkammer:

138. »Gold und Edelsteine, auch die vorzüg-



»lichsten der Pferde. Sie mögen bezahlen Alles.
»Laß kommen zu mir

139. »einen Boten umgehend. Er verscheuche »die Angst aus meinem Herzen. Mein Wunsch »ist hinausgehen in ein Gotteshaus vor ihm, ich »werde mich reinigen lassen durch einen Schwur

140. »bei Gott.««

»Da ließ Seine Majestät ziehen den Vorbeter »*Pet-amon-nes-taui* und den Feldhauptmann *Pi-»ur-ma.* Er beschenkte

141. »sie mit Silber und Gold, mit Gewän-»dern und Juwelen. Er trat hinaus in ein Got-»teshaus. Er betete zu Gott, er

142. »reinigte sich durch einen Schwur bei »Gott, also sprechend: »»Nicht werde ich über-»treten des Königs Gebot, nicht werde ich um-»gehen

143. »die Worte Seiner Majestät. Nicht »werde ich Schaden bereiten einem Fürsten »ohne dein Wissen. Ich werde handeln nach »den Worten

144. »des Königs und werde nicht übertreten »was er geboten hat.«« Da war Seine Majestät »zufrieden gestellt davon.

»Man kam um zu sagen

145. »Seiner Majestät: »»Die Stadt Crocodilo-»polis, sie hat geöffnet ihre Burg und die Stadt »*Matennu* hat sich unterworfen.««

»Also war kein

146. »Gau verschlossen Seiner Majestät in »den Gauen des Südens und des Nordens; der »Westen und der Osten und die Inseln in der »Mitte hatten sich unterworfen aus Angst vor »ihm und

147. »brachten dar ihre Geschenke an die »Stätte, woselbst Seine Majestät weilte als Un-»terthanen des Palastes.

»Als die Erde hell geworden war, am Morgen
148. »in aller Frühe, da kamen die beiden »Könige des Südlandes und zwei Könige des »Nordlandes mit (ihren) Königsschlangen-Dia- »demen um anzubeten vor der Person
149. »Seiner Majestät. Mit ihnen auch die »Könige Oberägyptens und die Fürsten Unter- »ägyptens, welche kamen um zu schauen die »Gnaden Seiner Majestät.
150. »Ihre Beine waren wie die Beine von »Frauen. Nicht traten sie hinein in das Haus »des Königs, dieweil sie unrein waren
151. »und dazu Fische aßen, Solches ist ein »Gräuel dem Könige. Aber der König *Nimrod* »er trat
152. »hinein in des Königs Haus, dieweil er »ein Reiner war und keine Fische aß. Sie stan- »den da
153. »auf ihren Beinen, ein jeglicher am Ein- »gang des Königshauses.
»Da wurden beladen die Schiffe mit Silber, »Gold, Erz,
154. »Stoffen und allen guten Dingen Unter- »ägyptens und mit allen Erzeugnissen Phöniziens »und mit allen Hölzern des heiligen Landes. »Nachdem aufwärts gefahren den Strom
155. »Seine Majestät, war sein Herz fröhlich. »Alle seine Uferseiten musicirten. Die Bewohner »im Westen und Osten nahmen die Handpauken um
156. »zu musiciren bei dem Nahen Seiner »Majestät. Bei den Tönen der Musika sangen »sie: »O König, Ueberwinder!
157. »*Pi-anchi*, o König Ueberwinder. Du »bist gekommen und du hast geschlagen Unter- »ägypten. Du machtest die Männer
158. »zu Weibern. Es freue sich das Herz »der Mutter, welche einen (solchen) Sohn gebar,

»denn der, welcher dich erzeugte, weilt im Thale
»(der Todten). Heil ihr der Kuh,

159. »welche den Stier geboren hat! Du
»wirst sein für immerdar später! Dein Sieg wird
»dauern, du König und Freund Thebens!««

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften im Monat Juli 1876 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung).

Bd. VII. Nr. II. Lange, die Epheten und der Areopag von Solon. 1874.
Bd. VII. Nr. III. v. Falkenstein, zur Characteristik K. Johann v. Sachsen. 1874.
Bd. VII. Nr. IV. Voigt, über das Aelius- und Sabiner-System. 1875.
2. Berichte der philol.-histor. Classe, 1873. I. 1874. I. II. 1875. I.
Genocchi, Cenni di recherche intorno ai numeri primi. Torino 1876.
Société des Sciences phys. et nat. de Bordeaux. Extrait des procés-verb. 1875—76.
Monthly Notices of R. Astron. Soc. Vol. XXXVI. Nr. 8. Juni 1876.
Annales de l'Observatoire R. de Bruxelles. Fol. 6.
Hornstein, Astronom., magnet. u. meteorol. Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im J. 1875. Jahrg. 36. Prag 1876. 4.
Strüver, Sulla forma cristallina di alcuni derivati della santonina. Roma 1876. 4.
— — Studi sui minerali del Lazio. P. I. Ebd. 1876. 4.
Wüstenfeld, das geographische Wörterbuch des Bekri. Bd. I. 2. Göttingen 1876.
Bulletin de l'Acad. Roy. des Sc. de Belgique. 45 année, *2. Serie. T. 41. Nr. 5.* 1876.

Sitzungsber. der philos. philolog. histor. Classe der k. Akad. d. Wiss. zu München 1876. Bd. I. H. 3.
Memorias da Academia real das sciencias de Lisboa. Classe de sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Nova serie. T. I. P. 1. 2. 1854—55. — T. II. P. 1. 2. 1857—61. T. III. P. 1. 2. 1863—65. T. IV. P. 1. 2. 1867—70. T. V. P. 1. 1875.
Memorias etc. Classe de sciencias moraes, politicas e bellas-lettras. Nova Serie. T. IV. P. 1. 1872. T. III. P. 1. 2. 1863—65. T. II. P. 2. 1861. T. I. P. 2. 1855.
Jornal da sciencias mathematicas, physicas e naturales da Academia real das sciencias de Lisboa. T. I—IV. 1868—1873.
J. S. Ribeiro, Historia dos estabelecimentos scientificos, literarios e artisticos de Portugal. T. I—IV. Lisboa 1871—74.
A. A. de Pina-Vidal, Curso de Meteorologia. Ebd. 1869.
— — Tratado elementar de Optica. Ebd. 1874.
J. J. Ferreira Lapa, Technologia rural ou artes chimicas, agricolas e florestaes. Parte I—III. Ebd. 1871—74.
Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellsch. II. Jahrg. H. 3. 1876.
K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingår. Ny följd. Bd. XI. Stockholm 1872. 4.
Bihang till K. Vet. Akad. Handlingar. Bd. III. H. 1. Ebd. 1875.
Öfversigt af K. Vetensk. Akad. Förhandlingar. Årg. 32. Ebd. 1875. 76.
Personal-Verzeichniss der Akademie. Mai 1876.
Meteorologiska Jaktagelser i Sverige. Bd. XV. 2: dra serien. Bd. 1. 1874. 4.
Lovén, études sur les Echinoïdées. Atlas de 53 Planches. Ebd. 1875. 4.
K. Svenska Fregatten Eugenies Resa omkring jorden. Fysik. III. H. 13. Ebd. 1858—74. 4.
Voyage autour du monde sur la fregatte Eugénie. Physique III. H. 14. 4.
Wild, Annalen des physikalischen Centralobservatoriums. Jahrg. 1874. Petersburg 1876. 4.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

15. November. № 20. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Sitzung am 4. November.

Notiz über das Verhalten des Palladiums in der Alkoholflamme.

Von

F. Wöhler.

Schon vor längerer Zeit, 1824[1]), machte ich die Beobachtung, daß das Palladium die Eigenthümlichkeit hat, sowohl in Form von Schwamm als von blankem Blech, in der Alkoholflamme berußt und nach und nach mit einer dicken Lage von Kohle bedeckt zu werden. Ein Stückchen Palladiumschwamm schwillt dabei zu dem

1) Poggend. Ann. III. p. 71.

mehrfachen seines Volums auf, indem sich blumenkohlförmige Verzweigungen von abgeschiedener Kohle darauf bilden. Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn man das Metall in der Flamme von Leuchtgas glühen läßt. Verbrennt man die abgesetzten Schwämme von Kohle, so bleibt stets ein feines Skelett von Palladium zurück, selbst wenn sie auf Blech gebildet sind, welches man dann von Kohle durchdrungen und ganz brüchig geworden findet.

Ich nahm damals an, daß dieses Verhalten auf einer besonderen Affinität des Palladiums zum Kohlenstoff beruhen müsse; allein nachdem jetzt die merkwürdigen Beobachtungen von Graham über das Verhalten dieses Metalls zum Wasserstoff bekannt geworden sind, dürfte es wahrscheinlicher sein zu vermuthen, daß diese Eigenschaft mit seiner Durchdringbarkeit durch Wasserstoffgas und seinem Vermögen, das viele hundertfache seines Volums Wasserstoffgas aufnehmen und einschließen zu können, im Zusammenhang stehe.

Das Verhalten des Metalls zum Aethylengas schien zunächst darüber Aufschluß geben zu können. Über 6 Grm. vollkommen reines schwammförmiges Palladium, das, wie ein Versuch zeigte, das Vermögen besaß, bei 100° das mehrere hundertfache seines Volums Wasserstoffgas einzuschließen, wurde bei 100° stundenlang ein langsamer Strom von reinem trocknen Aethylengas geleitet. Weder bei dieser noch bei höheren, unter der Glühhitze liegenden Temperaturen fand eine Einwirkung statt; kein Gas wurde absorbirt, keine Schwärzung des Metalls zeigte sich. Erst als das Glasrohr, worin es sich befand, zum Glühen kam, wurde Kohle abgeschieden unter Freiwerden von Wasserstoffgas, jedoch schon bei

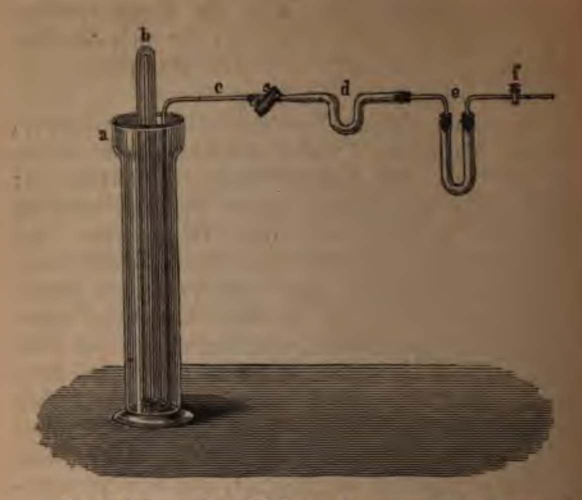
einer Temperatur, die, wie ein Gegenversuch zeigte, nicht so hoch war, um für sich das Gas zersetzen zu können. — Auf Sumpfgas war Palladium ohne alle Wirkung.

Aus dem obigen Versuch geht also hervor, daß das Palladium nicht vermag Aethylengas oder die Gase der Alkoholflamme aufzunehmen; daß es aber aus diesen Gasen die Abscheidung von Kohle bewirkt bei einer Temperatur, bei welcher Aethylengas für sich nicht zersetzt wird.

Vielleicht könnte man das Verhalten durch die Annahme erklären, es finde wirklich, unter Abscheidung von Kohle, vorübergehend eine Aufnahme von Wasserstoff, ein continuirlicher Bindungs- und Trennungs-Vorgang statt, ähnlich wie man die auffallende Veränderung der physikalischen Eigenschaften von Kupfer, das in Ammoniakgas geglüht worden ist, aus der vorübergehenden Verbindung mit Stickstoff erklären kann. Es könnte dafür der Umstand sprechen, daß blankes Palladiumblech, nachdem es der Wirkung der Alkohol- oder Aethylenflamme ausgesetzt war, gänzlich seinen Glanz und seine Geschmeidigkeit verloren hat.

Daß nicht die Affinität des Palladiums die Ursache der Wirkung sein könne, geht schon daraus hervor, daß es beim Schmelzen in einem Kohlentiegel keinen Kohlenstoff aufnimmt, wie Versuche zeigten, die Dr. Wood ausführte, der schon im J. 1857 auf meine Veranlassung noch viele andere Versuche über das Verhalten dieses Metalls zu Kohlenstoff-Verbindungen vornahm und nachher bei Bunsen fortsetzte [1]), ohne aber in Betreff der Hauptfrage zu einem befriedigenden Resultat zu gelangen.

1) Th. Wood, the action of Palladium on Carbon. Göttingen, 1859 als Dissertation erschienen.



Der hier abgebildete Apparat ist ganz bequem, um auf einfache Weise die Beladung von Palladium mit Wasserstoff zu beobachten. — a ist ein hoher Glascylinder mit Wasser gefüllt; b ein getheiltes Rohr von wenigstens 100 C.C. Inhalt; c eine sehr enge Glasröhre, deren aufrechter Schenkel bis unter das Ende des Rohrs b reicht; d ein Rohr zur Aufnahme des Palladiums, so gebogen, daß es in einem Gefäß mit siedendem Wasser erhitzt werden kann; e Chlorcalciumrohr zum Trocknen des Wasserstoffgases; f mit Hahn versehene Verbindung mit dem Gasbehälter.

Nachdem man in das Rohr d einige Gramm Palladiumschwamm gebracht hat, verbindet man es, indem das eine Ende noch offen bleibt, mit dem Gasbehälter. Während es in dem siedenden Wasser steht, läßt man nun längere Zeit das Wasserstoffgas durch den Apparat strömen.

Unterdessen füllt man das Rohr b mit Wasser bis an die Mündung der Gasröhre c, was durch Saugen an der äußeren Mündung der letzteren und mit Hülfe der Quetschschraube leicht zu bewirken ist.

Nach ungefähr 1/2 Stunde nimmt man den Apparat aus dem Wasser und läßt ihn erkalten, während man noch fortwährend Gas durchströmen läßt. Alsdann schließt man den Hahn f, verbindet das etwas verengte Ende des Rohrs d mit der Gasröhre c und löst die Quetschschraube.

Erhitzt man nun das Palladium, so wird das eingeschlossene Gas rasch wieder frei und erfüllt das Rohr b. Läßt man das Metall wieder erkalten, so nimmt es, sobald die Temperatur bis auf einen gewissen Grad gesunken ist, wieder allen Wasserstoff auf und das Rohr b füllt sich wieder ganz mit Wasser. Der Apparat könnte also, wenn er gut schließt, namentlich bei Anwendung von Glashähnen statt der Cautschuck-Verbindungen, zu beliebiger Wiederholung des Versuchs bereit stehen bleiben. — An die Luft gebracht, wird der mit Wasserstoff beladene Palladiumschwamm glühend heiß. Palladium, durch Glühen an der Luft blaugrün geworden, wird in Wasserstoffgas unter freiwilliger Erhitzung wieder grau.

Ideen zur Umgestaltung der Reibzeug-elektrisirmaschine

von

W. Holtz.

Die Elektricitätserzeugung durch Reibung ist noch so wenig erklärt und zugleich so eng mit der Geschichte der elektrischen Wissenschaft verknüpft, daß die Reibzeugelektrisirmaschine schon des theoretischen Interesses willen ihren Platz in physikalischen Kabinetten behaupten wird. Man kann aber die Frage aufwerfen, ob dieser Apparat nicht vielleicht einer bessern Gestaltung fähig sei, nachdem sich an seiner bisherigen Bauart verschiedene Mängel herausgestellt haben. Ich meine hiermit einmal den Fehler, daß beide Pole gewöhnlich in ungleicher Höhe liegen, so daß man sie nicht gut gleichzeitig benutzen, oder bequem mit einander verbinden kann; dann namentlich den Uebelstand, daß diese Pole eine ungleiche Wirkung zeigen, welche keineswegs durch die Natur der beiden Elektricitäten bedingt ist, so daß hierdurch die wirklichen Unterschiede derselben mehr oder weniger verdunkelt werden. Jener Fehler resultirt aus dem Mangel an äußerer, dieser Uebelstand, wie ich gleich zeigen werde, aus dem Mangel an innerer Symmetrie, wie denn überhaupt der vorstehende Apparat von allen Elektromotoren, den Elektrophor vielleicht ausgenommen, am wenigsten symmetrisch organisirt ist.

Es handelt sich also vorzugsweise um die ungleiche Wirkung der Pole. Man weiß, daß derjenige, welcher mit dem Reibzeuge in Verbindung steht, im Allgemeinen kürzere, weniger

zahlreiche, aber kräftigere und für das Gefühl mehr stechende Funken liefert, ohne daß, wie ich glaube, die Ursache dieser Erscheinung bisher genügend beleuchtet ist. Man pflegt wohl anzuführen, daß sich das Reibzeug nicht so gut isoliren lasse, wie der Einsauger, namentlich an der dem Isolator abgewandten Seite nicht gut ohne Ecken und Kanten zu gestalten sei, und daß dieser Umstand größere elektrische Verluste bedinge. Allein hiermit wäre doch höchstens für die geringere Länge und die geringere Zahl, nicht für die größere Stärke der Funken ein Anhalt gewonnen. Es scheint mir richtiger, von der Anschauung auszugehn, daß Reibzeug und Einsauger nicht nur ihrer Form, sondern auch ihrer innern Bestimmung nach zwei ganz verschiedene Dinge sind, und daß die beiden Pole eben deshalb, weil sie unter so ganz verschiedenen Verhältnissen zu dem geriebenen Isolator in Beziehung treten, auch keine gleichartige Wirkung zeigen können.

Betrachten wir diese Verhältnisse genauer. Auf der einen Seite finden wir eine Spitzenreihe — schon ihrer Form wegen der Ansammlung der Elektricität abhold — einer größern gleichnamig elektrischen Fläche gegenüber, der Fläche eines Isolators, von welcher die Elektricität zwar continuirlich, aber immer nur spärlich abschließt, weil sich nur eine beschränkte Zahl ihrer Punkte auf einmal entladen kann, welche andrerseits jedoch in ihrer ganzen Ausdehnung auf diesen Abfluß einen Druck, eine Spannkraft übt — ein Verhältniß nicht unähnlich einer Fontäne mit enger Oeffnung, welche durch eine hohe Wassersäule getrieben wird. Auf der andern Seite finden wir eine größere leitende Fläche — schon ihrer Form wegen die

Ansammlung der Elektricität begünstigend — einer ebenso großen ungleichnamig elektrischen Fläche gegenüber, diese letztere in vielen Punkten berührend, in vielleicht eben so vielen durch eine dünne Luftschicht von derselben getrennt, also gleichsam eine unvollkommen belegte Franklin'sche Tafel, in welcher die Elektricitäten hier durch die elektromotorische Kraft der Reibung, dort durch die Isolationsfähigkeit der Luft von einander fern gehalten werden, eine Anordnung, welche die Beweglichkeit der Elektricität, bis zu einem gewissen Grade hemmt, und die Entladung, sobald sie einmal eingeleitet, bis zu einem gewissen Grade verstärkt, wie wir es leicht an einer einseitig, also etwa nur innen belegten Leydner Flasche, der wir eine isolirende Unterlage gegeben, bestätigt finden. Auf der einen Seite finden wir also Bedingungen, welche den Act der Entladung nach der intensiven, auf der andern Seite solche, welche ihn nach der quantitativen Richtung begünstigen, und somit scheint die ungleiche Wirkung der Pole genügend begründet zu sein.

Soll die fragliche Wirkung hiernach eine gleichartige werden, so müssen vor Allem auf beiden Seiten gleichartige Verhältnisse geschaffen werden. Ich glaube, daß sich dies auf verschiedene Weise erreichen läßt, und möchte mir erlauben, zwei hierauf hinzielende Constructionen zu veranschaulichen.

1. Eine Maschine ohne Einsauger mit einer doppelsinnig erregten Scheibe.

Diese Construction stützt sich auf eine Entdeckung Poggendorff's, nach welcher die Ebonitmasse, welche bekanntlich mit Tuch oder Pelzwerk gerieben stark negativ elektrisch wird,

durch Reiben mit Amalgam eben so stark positiv zu erregen ist[1]). Denken wir uns eine Scheibe aus dieser Masse auf einer horizontalen Axe sitzend, welche durch irgend einen Mechanismus in Rotation zu setzen ist. Die Scheibe werde von 4 Kissen, von denen je zwei ein Doppelkissen bilden, frottirt. Das eine soll links, das andere rechts von der Welle, mit dieser in gleicher Höhe placirt, und jedes einzelne Kissen mag vor der zurückströmenden Elektricität an der betreffenden Kante durch einen Flügel eines biegsamen Isolators geschützt sein. Mit der Axe parallel und um den Durchmesser der Scheibe von einander getrennt sind zwei starke Messingröhren in senkrechten Ebonitsäulen befestigt. Die hintern Enden dieser Röhren dienen zur Stütze der Kissen, oder stehen mit ihnen irgendwie in leitender Verbindung, während die vorderen mit größeren Kugeln armirt sind, in denen sich engere Röhren als Entladungsstangen verschieben.

Wären alle Kissen mit Rücksicht auf ihre reibende Fläche gleich, so würde die Maschine entweder gar nicht, oder nur nach Hinzufügung eines diametralen Einsaugers wirkungsfähig sein, in keinem Falle aber würde zwischen den Entladungsstangen, weil sie gleichartig elektrisirt würden, eine Strömung entstehn. Ihre Verbindung vielmehr wäre der eine, und der diametrale Einsauger der andre Pol.

Wäre die Hälfte der 4 Kissen amalgamirt und die andre Hälfte mit Pelz oder Tuch besetzt, so würden sie sich gleichfalls so combiniren lassen, daß jede äußere Wirkung verschwände, während innerhalb der Maschine selbst gleich-

1) Berl. Akademieber. vom 18. März 1867.

wohl eine kräftige Wirksamkeit statt haben könnte. Gesetzt nämlich erstens, die beiden Theile je eines Doppelkissens wären heterogen, jede Seite der Scheibe aber würde von demselben Stoffe gerieben, so würde, unterstützt durch die Wirkung der Influenz, zwar eine kräftige elektromotorische Thätigkeit anheben, aber nicht länger währen, bis sich die Scheibe nach Art einer Franklin'schen Tafel bis zu einer gewissen Höhe geladen hätte. Zwischen den Entladungsstangen jedoch wäre überhaupt keine Strömung möglich, weil die in jedem Doppelkissen erregten Elektricitäten sich gegenseitig vernichten würden. Die Elektricität der Scheibe dagegen könnte höchstens durch Hinzufügung zweier diametralen Einsauger, deren Spitzen einander gegenüber zu stellen wären, für den äußeren Effect nutzbar gemacht werden. Gesetzt zweitens, die beiden Theile je eines Doppelkissens wären heterogen, jede Seite der Scheibe würde aber je nach einer halben Umdrehung von einem andern Stoffe gerieben, so würde nicht nur, wie vorhin, eine starke elektromotorische Thätigkeit anheben, sondern sie bliebe auch constant, und doch würde sich zwischen den Entladungsstangen keine Wirkung zeigen, weil alle erregte Elektricität nicht nur innerhalb der Kissen, sondern auch von Scheibe zu Kissen ihren Ausgleich fände. Ein äußerer Effect könnte auch hier nur durch Hinzufügung zweier diametralen Einsauger, oder durch Isolirung der beiden Theile je eines Doppelkissens erzielt werden.

Ganz anders, wenn beide Doppelkissen in sich selbst homogen, aber heterogen zu einander sind, wenn das eine also in beiden Theilen amalgamirt, das andre in beiden Theilen mit Tuch oder Pelz gefüttert ist. Beide Seiten der

Scheibe werden nun gleichartig erregt, aber zur einen Seite der Axe positiv, zur andern negativ; und weil die durch elektromotorische Kraft in die Kissen getriebene Elektricität mit derjenigen, welche dieselben Kissen nach einer halben Umdrehung von der Scheibe aufnehmen, identisch ist, so wird sich im Schließungsbogen eine doppelte Strömung etabliren, welche sich bis zu einer gewissen Grenze der Schlagweite in ihrer Wirkung verstärkt, genau wie es bei der Influenzmaschine mit einer festen und einer rotirenden Scheibe der Fall ist, der die vorstehende Anordnung ja auch in ihren Hauptzügen entspricht. Auf dem Gebiete der Reibungselektricität aber würde diese Anordnung gewissermaßen ein neues Princip vertreten, weil Reibzeugmaschinen bisher immer nur mit einsinnig erregter Scheibe gebaut sind, vielleicht auch in sofern, als es die erste Reibzeugmaschine ohne Einsauger wäre. Das letztere Kennzeichen jedoch darf nur buchstäblich verstanden werden, da in Wirklichkeit die ungeschützten Kanten der Kissen in dieser Maschine die Stelle von Einsaugern vertreten. Vielleicht möchte die Hinzufügung einiger Kartonspitzen an der bezeichneten Stelle den Effect auch noch etwas erhöhen. Die Hinzufügung wirklicher, von den Reibzeugen getrennter Einsauger aber könnte höchstens einen theoretischen Zweck haben, wenn man nämlich eine Trennung der beiden oben erwähnten Strömungen bewirken wollte.

Da diese Maschine, wenn wir die freilich nicht ganz gleiche Leitungsfähigkeit der reibenden Flächen außer Acht lassen, in allen übrigen Stücken vollkommen symmetrisch organisirt ist, so würde auch eine annähernd gleichartige Wirkung ihrer Pole vorauszusetzen sein.

2. Maschine mit zwei einsinnig, aber entgegengesetzt erregten Scheiben.

Diese Construction gründet sich auf die Combinirung zweier gewöhnlichen Maschinen, von denen jedoch die eine eine Glas-, die andre eine Ebonitscheibe besitzen muß. Beide Scheiben mögen auf derselben Axe und zwar in etwas größerem Abstande befestigt sein, als die voraussichtliche Funkenlänge beträgt. Zu jeder Scheibe gehört ein Doppelkissen und ein Einsauger, welche mit der Axe in gleicher Höhe und zwar dergestalt befestigt sind, daß sie sich mit einander vertauschen lassen. Das zur Glasscheibe gehörige Doppelkissen ist natürlich amalgamirt, das andre mit Tuch oder Pelz versehn. An der Peripherie jeder Scheibe stehn zwei Ebonitsäulen mit größeren Messingkugeln, welche jene Stücke entweder tragen, oder sie wenigstens leitend berühren. In den Kugeln sind gleichzeitig Entladungsstangen angebracht, welche, sich parallel mit der Axe verschiebend, einen doppelten Schließungsbogen bilden.

Sind nun die Einsauger und die Kissen so vertheilt, daß sich die analogen Stücke decken, daß also das eine Paar Entladungsstangen die Einsauger, das andre die Reibzeuge mit einander verbindet, so werden sich in beiden Schließungen entgegengerichtete Ströme bilden, welche in so fern von einander abhängig sind, als ein Widerstand im einen zugleich die Kraft des andern lähmt. Man wird daher die eine Verbindung am besten für immer geschlossen lassen, und es mag hierbei gleichgültig sein, ob sie abgeleitet wird, oder isolirt bleibt, vorausgesetzt, daß die elektromotorische Thätigkeit beider Scheiben dieselbe, und daß auch die geöffnete Verbindung

nicht einseitig abgeleitet wird. Wirkten beide Scheiben ungleich, so würde die constant geschlossene Verbindung besser abzuleiten, und würde einer der freien Pole abgeleitet, so würde sie besser zu isoliren sein.

Es ist einleuchtend, daß die eben besprochene Anordnung vorzugsweise auf den intensiven Effect berechnet ist, und daß man mit derselben in der That viel längere Funken, als mit einer gewöhnlichen Maschine erreichen muß, weil die betreffenden Stücke, auf denen sich die entgegengesetzten Elektricitäten anhäufen, um das Doppelte ihres sonstigen Abstandes von einander getrennt sind. So ist es wenigstens, wenn für eine gute Isolirung der Axe gesorgt ist, und wenn auch jene constant geschlossene Verbindung isolirt gelassen wird. Andrerseits ist klar, daß der quantitative Effect den einer gewöhnlichen Maschine nicht übertreffen kann. Durch eine leichte Umwandlung jedoch kann man diesen auf Kosten des intensiven verdoppeln. Man vertheile Einsauger und Kissen dergestalt, daß sich die nicht analogen Stücke decken, daß jedes Paar Entladungsstangen also einen Einsauger und ein Reibzeug mit einander verbindet, lasse beide Verbindungen constant geschlossen und betrachte sie als die neuen Pole der Maschine, indem man zwischen ihnen eventuell einen besondern Schließungsbogen errichtet. Man könnte auch die frühere Vertheilung der Stücke beibehalten, wenn man die gleichwirkenden, richtiger die gleichnamig elektrischen durch kreuzweise geführte Leitungen mit einander verbinden und das eine Paar Entladungsstangen womöglich ganz entfernen wollte. Die Pole der Maschine blieben dann ungeändert, aber man würde wegen der unvermeidlichen Verluste

an jenen Leitungen keine große Schlagweite erreichen.

Welche von diesen Anordnungen nun auch gewählt wird, die Maschine bleibt — wenn wir wieder von der ungleichen Leitungsbeschaffenheit der reibenden Flächen absehn — in jedem Falle vollkommen symmetrisch organisirt, und es ist daher nicht anzunehmen, daß ihre Pole eine ungleiche Wirkung zeigen sollten. Uebrigens vertritt auch diese Maschine in gewisser Hinsicht ein noch nicht angewandtes Princip, die kettenartige Verbindung zweier oder mehrerer einfachen Maschinen, welche sich natürlich eben so gut mit vollkommen homogenen Elementen z. B. mit Glasscheibenmaschinen ausführen ließe, wenn es sich nur darum handelte, eine größere Schlagweite zu erzielen, und nicht gleichzeitig, die ungleiche Wirkung der Pole zu paralysiren.

Beide Constructionen sind noch nicht ausgeführt, und ihre Zweckmäßigkeit mag daher vorläufig in Zweifel stehn, um so mehr, als hierbei die Veränderlichkeit der Ebonitmasse eine wesentliche Rolle spielen dürfte. Gleichwohl glaubte ich, daß eine kurze Besprechung dieser Ideen, wenn auch nur in theoretischer Beziehung, einiges Interesse bieten dürfte.

Ueber den Chasles'schen Satz $\alpha\mu + \beta\nu$.

Von

A. Hurwitz in Hildesheim und Dr. **H. Schubert** in Hamburg.

In den Comptes rendus vom 4ten September dieses Jahres befindet sich eine von Herrn Halphen verfaßte Note, betitelt: »Sur les caractéristiques des systèmes des coniques.« In dieser Note werden Zweifel ausgesprochen gegen die allgemeine Gültigkeit des bekannten Chasles'schen Satzes, daß die Anzahl derjenigen Kegelschnitte eines einstufigen Kegelschnitt-Systems (μ, ν), welche eine neu hinzutretende Bedingung z erfüllen, immer in der Form

$$\alpha\mu + \beta\nu$$

ausdrückbar ist, wo die Charakteristiken μ und ν angeben, wieviel Kegelschnitte des Systems durch einen gegebenen Punkt gehen, resp. eine gegebene Gerade berühren, α und β aber Coefficienten sind, deren Werthe nur von der Bedingung z abhängen.

Zwar hat Herr Halphen in dieser Note nur durch einige Beispiele darzuthun versucht, daß in gewissen Fällen der Chasles'sche Satz unrichtig sei, aber noch nicht seine Beweisgründe gegen den Satz publicirt, was voraussichtlich bald geschehen wird. Trotzdem scheint schon der begonnene Angriff gegen den vielbenutzten, von Clebsch in den Math. Ann. Bd. VI, pag. 1, von Lindemann in seinen »Vorl. v. Clebsch« pag. 398 algebraisch bewiesenen Satz die Aufmerksamkeit vieler Mathematiker auf sich zu ziehen. Unter diesen Umständen

wollen wir, noch immer von der Allgemeingültigkeit des richtig verstandenen Satzes überzeugt, nicht länger zögern, unsern geometrischen Beweis desselben zu veröffentlichen.

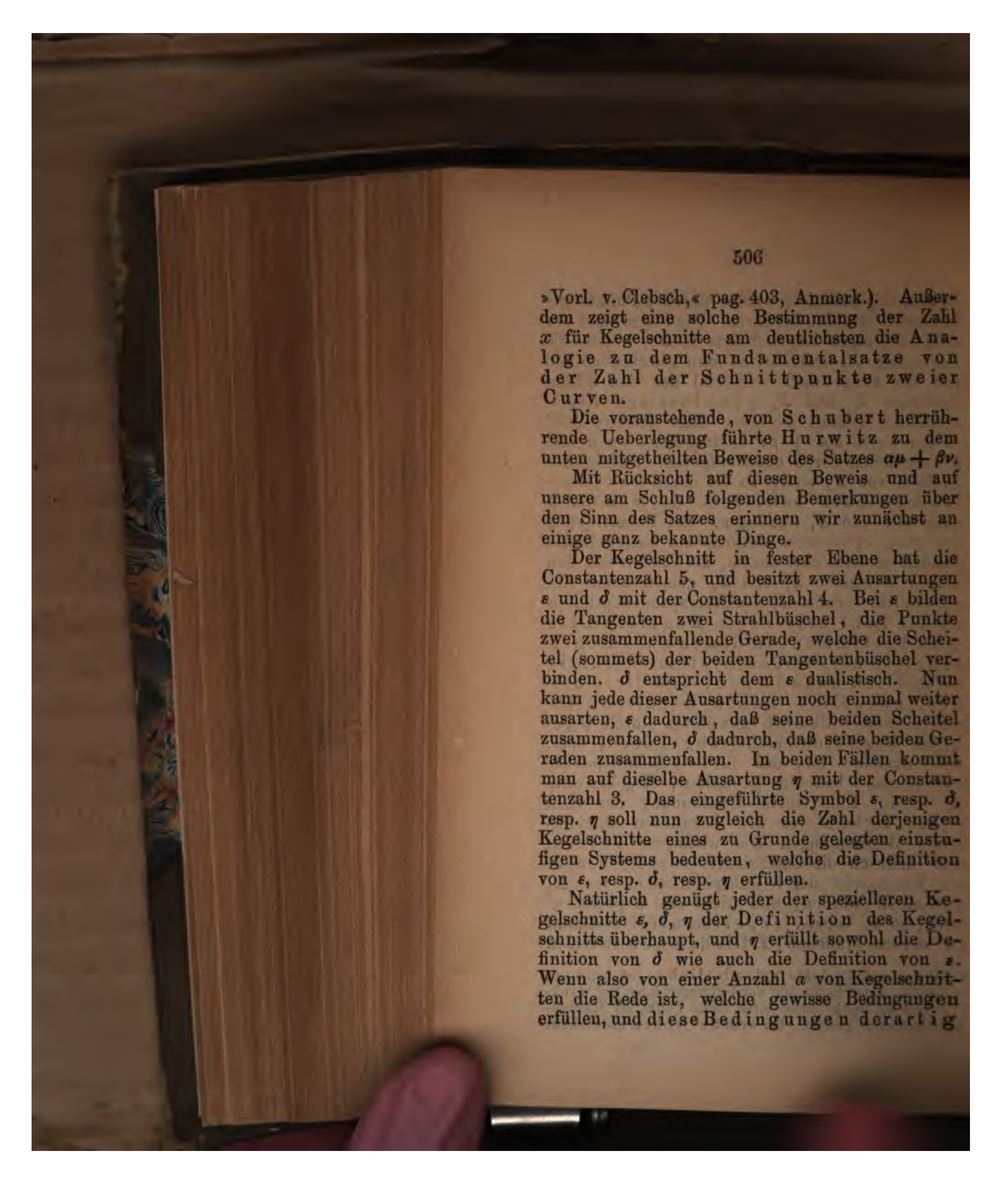
Die Methode, welche bei diesem Beweise befolgt ist, stimmt mit derjenigen überein, welche in § 26 von Schubert's »Beiträgen zur abzählenden Geometrie« (Math. Ann. Bd. 10) angewandt ist, um aus den Correspondenzformeln die Produktensätze für Punkte, Strahlen und Ebenen abzulesen, das heißt die Sätze, welche die Zahl der gemeinsamen Elemente zweier Punkt-, Strahlen- und Ebenen-Oerter durch die Gradzahlen dieser Oerter ausdrücken. Dort ist z. B. die Zahl der Schnittpunkte zweier Plancurven derselben Ebene als die Zahl derjenigen Punkte der Ebene bestimmt, in denen zwei Punkte der beiden Curven derartig unendlich nahe liegen, daß als ihr Verbindungsstrahl jeder Strahl durch die Coincidenzstelle aufgefaßt werden kann, mit andern Worten, daß ihr Verbindungsstrahl durch einen willkürlich gewählten Punkt der Ebene gehen kann. Die Uebertragung dieser Methode von Punkt auf Kegelschnitt ergiebt folgendes.

Man denke sich in der Ebene ein beliebiges einstufiges System Σ_1 von Kegelschnitten mit den Charakteristiken μ und ν, dazu eine beliebige einfache Bedingung Z_1. Die letztere wird durch ∞^4 Kegelschnitte erfüllt. Das von ihnen gebildete vierstufige System Σ_4 habe die Charakteristiken μ'^4, $\mu'^3\nu'$, $\mu'^2\nu'^2$, $\mu'\nu'^3$, ν'^4, wo $\mu'^a\nu'^b$ [1]) die Zahl derjenigen Kegelschnitte dieses

1) Für diese Bezeichnung vergleiche man Schubert's Abh. »Moduln bei Flächen II. Ordnung« (Math. Ann. Bd. X, pag. 318). Eine Verwechselung der symbolischen

Systems Σ_4 bedeutet, welche durch a Punkte gehen und b Strahlen berühren. Die Frage nach der Zahl derjenigen Kegelschnitte in Σ_1, welche die Bedingung Z_1 erfüllen, ist nun gleichbedeutend mit der Frage nach der Zahl der den beiden Systemen Σ_1 und Σ_4 gemeinsamen Kegelschnitte. Gelingt es also, diese letztere Zahl in der Form $\alpha\mu + \beta\nu$ darzustellen, wo α und β Functionen der 5 oben aufgezählten Charakteristiken von Σ_4 sind, so ist damit der Chasles'sche Satz bewiesen, da ja α und β dann nur von Z_1 abhängen. Bei Uebertragung der oben erwähnten Methode auf Kegelschnitte handelt es sich also darum, die Zahl x der den beiden Systemen Σ_1 und Σ_4 gemeinsamen Kegelschnitte vermittelst des Correspondenzprincips als die Zahl derjenigen Kegelschnitte Q zu bestimmen, in denen zwei Kegelschnitte der beiden Systeme derartig unendlich nahe liegen, daß diese beiden unendlich nahen Kegelschnitte einem ganz willkürlich gewählten durch Q gelegten Kegelschnittbüschel angehören, oder, was dasselbe ist, daß ihre 4 Schnittpunkte auf einem beliebig gewählten, Kegelschnitte K liegen. Eine solche Bestimmung der Zahl x hat zugleich vor den bekannten algebraischen Bestimmungen den wichtigen Vorzug, daß dadurch die Coeffizienten α und β direct als Functionen der 5 Charakteristiken von Σ_4 gewonnen werden, und nicht erst a posteriori oder, so zu sagen, experimentell bestimmt zu werden brauchen (cf. Lindemann in seinen

Potenzen und Produkte mit wirklichen ist nicht gut möglich. Doch haben wir zur Unterscheidung bei wirklichen Multiplikationen meist einen Punkt als Multiplikationszeichen gesetzt, bei symbolischen aber nicht.



»Vorl. v. Clebsch,« pag. 403, Anmerk.). Außerdem zeigt eine solche Bestimmung der Zahl x für Kegelschnitte am deutlichsten die Analogie zu dem Fundamentalsatze von der Zahl der Schnittpunkte zweier Curven.

Die voranstehende, von Schubert herrührende Ueberlegung führte Hurwitz zu dem unten mitgetheilten Beweise des Satzes $\alpha\mu + \beta\nu$.

Mit Rücksicht auf diesen Beweis und auf unsere am Schluß folgenden Bemerkungen über den Sinn des Satzes erinnern wir zunächst an einige ganz bekannte Dinge.

Der Kegelschnitt in fester Ebene hat die Constantenzahl 5, und besitzt zwei Ausartungen ε und δ mit der Constantenzahl 4. Bei ε bilden die Tangenten zwei Strahlbüschel, die Punkte zwei zusammenfallende Gerade, welche die Scheitel (sommets) der beiden Tangentenbüschel verbinden. δ entspricht dem ε dualistisch. Nun kann jede dieser Ausartungen noch einmal weiter ausarten, ε dadurch, daß seine beiden Scheitel zusammenfallen, δ dadurch, daß seine beiden Geraden zusammenfallen. In beiden Fällen kommt man auf dieselbe Ausartung η mit der Constantenzahl 3. Das eingeführte Symbol ε, resp. δ, resp. η soll nun zugleich die Zahl derjenigen Kegelschnitte eines zu Grunde gelegten einstufigen Systems bedeuten, welche die Definition von ε, resp. δ, resp. η erfüllen.

Natürlich genügt jeder der spezielleren Kegelschnitte ε, δ, η der Definition des Kegelschnitts überhaupt, und η erfüllt sowohl die Definition von δ wie auch die Definition von ε. Wenn also von einer Anzahl a von Kegelschnitten die Rede ist, welche gewisse Bedingungen erfüllen, und diese Bedingungen derartig

definirt sind, daß ihnen auch Kegelschnitte δ resp. ε resp. η genügen, so ist es selbstverständlich, daß die Zahl a dieselben mit zu umfassen hat. Ebenso ist bei der Zahl δ der Kegelschnitte δ oder bei der Zahl ε der Kegelschnitte ε jedes etwa vorhandene η hinreichend oft mitzuzählen. Dieses vorausgeschickt, erinnern wir an die bekannten, aus dem Chasles'schen Correspondenzprincipe folgenden Formeln, welche die Zahl aller in einem einstufigen Systeme Σ_1 von Kegelschnitten vorhandenen Ausartungen δ resp. ε durch die Charakteristiken μ und ν dieses Systems ausdrücken, nämlich:

$$2\mu - \nu = \varepsilon$$
$$2\nu - \mu = \delta$$

Da die Constantenzahl der Ausartung η um 2 kleiner ist, als die des allgemeinen Kegelschnitts, so wird im allgemeinen erst in einem zweistufigen Systeme eine Anzahl von Ausartungen η vorhanden sein.

Diese Zahl finden wir wieder durch das Correspondenzprincip entweder aus den ∞^1 Kegelschnitten δ dieses Systems oder aus seinen ∞^1 Kegelschnitten ε. Man erhält in beiden Fällen:

$$\eta = (2\mu - \nu)(2\nu - \mu) = 5.\mu\nu - 2.\nu^2 - 2.\mu^2.$$

Der Beweis selbst.

Gegeben ist in derselben Ebene ein einstufiges System von Kegelschnitten Σ_1 mit dem Charakteristiken μ, ν, und ein vierstufiges System von Kegelschnitten Σ_4, mit den Charakteristiken μ'^4, $\mu'^3\nu'$, $\mu'^2\nu'^2$, $\mu'\nu'^3$, ν'^4 ferner ein beliebig gewählter Kegelschnitt K. Wir suchen, vermöge des Correspondenzprincips, auf einer beliebigen *Geraden* g die Zahl derjenigen Punkte

zu bestimmen, durch welche zugleich ein Kegelschnitt aus Σ_1 und einer aus Σ_4 derartig gelegt werden kann, daß die 4 Schnittpunkte dieser beiden Kegelschnitte alle auf K liegen.

Durch einen beliebigen Punkt A auf g gehen μ Kegelschnitte von Σ_1, von denen jeder K in 4 Punkten C, D, E, F schneidet. Durch 4 solche Schnittpunkte gehen μ'^4 Kegelschnitte von Σ_4, von denen jeder g in zwei Punkten B schneidet. Also entsprechen dem Punkte A

$$2\mu.\ \mu'^4$$

Punkte B. Es fragt sich nun, wieviel Punkte A umgekehrt einem Punkte B entsprechen. Um diese Zahl anzugeben, brauchen wir die Zahl v derjenigen Σ_4 angehörigen Kegelschnitte, deren jeder durch einen gegebenen Punkt geht, und K so in 4 Punkten schneidet, daß durch diese 4 Punkte ein Σ_1 angehöriger Kegelschnitt möglich wird. Diese Zahl v haben wir auf verschiedenen Wegen bestimmt. Man erhält sie am schnellsten durch das Princip der speziellen Lage (Schubert's »Beitr. z. abz. Geom. § 7), indem man den gegebenen Punkt auf K legt. Dann gehen durch diesen Punkt μ Kegelschnitte aus Σ_1, von denen jeder K in noch drei andern Punkten schneidet. Durch diese 4 Schnittpunkte gehen μ'^4 Kegelschnitte aus Σ_4. Also existiren in Σ_4

$$v = \mu.\ \mu'^4$$

Kegelschnitte, welche durch einen gegebenen Punkt gehen, und K in 4 Punkten so schneiden, daß durch die 4 Punkte ein Σ_1 angehöriger Kegelschnitt gehen kann. Man erhält diese Zahl v auch, indem man durch Punkt-Correspon-

denzen, die auf K selbst liegen, zu bestimmen sucht, wieviel Punkt-Quadrupel auf K liegen, die zugleich einem Kegelschnitt in Σ_1 und einem Kegelschnitt in Σ_3 angehören, wo Σ_3 das dreistufige Kegelschnitt-System sein soll, welches man erhält, wenn man der definirenden Bedingung von Σ_4 noch die Bedingung, durch einen gegebenen Punkt zu gehen, hinzugesellt. Durch einen Punkt B auf g gehen also $\mu . \mu'^4$ Kegelschnitte, die K in 4 Punkten so schneiden, daß durch die 4 Punkte ein Σ_1 angehöriger Kegelschnitt möglich wird. Ein solcher Σ_1 angehöriger Kegelschnitt schneidet dann g in 2 Punkten A. Also entsprechen einem Punkte B auch

$$2\mu . \mu'^4$$

Punkte A. Es giebt daher nach dem gewöhnlichen Correspondenzprincipe auf g

$$4\mu . \mu'^4$$

Punkte (AB), deren jeder zwei Punkte A und B vereinigt.

Solche Coincidenzstellen (AB) werden nun verursacht:

1) durch K vermöge seiner beiden Schnittpunkte mit g,

2) durch jeden der x den beiden Systemen gemeinsamen Kegelschnitte vermöge seiner beiden Schnittpunkte mit g,

3) durch jeden Kegelschnitt ε in Σ_1, der seine Punkte auf zwei zusammenfallenden Geraden hat.

Jeder der beiden Schnittpunkte von g und K ist $\mu . \mu'^4$ mal eine Coincidenz (AB), weil durch ihn μ Kegelschnitte von Σ_1 gehen, und μ'^4 Kegelschnitte von Σ_4 gehen, welche mit

einem dieser μ Kegelschnitte dieselben Schnittpunkte auf K haben.

Ferner ist jeder Schnittpunkt von g mit einem der gesuchten x den beiden Systemen gemeinsamen Kegelschnitte einmal eine Coincidenz (AB) (cf. oben die Erörterung der befolgten Methode).

Es ist ersichtlich, daß die eben erwähnten Coincidenzen (AB) die einzigen sind, welche durch nicht ausgeartete Kegelschnitte in Σ_1 erzeugt werden können. Wohl aber kann eine dritte Sorte von Coincidenzen entstehen durch die

$$\varepsilon = 2\mu - \nu$$

in Σ_1 vorhandenen Ausartungen ε, deren jede ihre Punkte auf zwei zusammenfallenden Gerade besitzt. Wir betrachten daher jetzt eine solche Σ_1 angehörige Ausartung ε. Sie schneide g in den beiden zusammfallenden Punkten P, und K in den 4 Punkten C, D, E, F, von denen zweimal zwei unendlich nahe liegen. Es möge C und D im Punkte (CD), ferner E und F im Punkte (EF) unendlich nahe liegen.

Es giebt nun bekanntlich[1]) in einem zweistufigen Systeme von Kegelschnitten mit den Charakteristiken μ'^2, $\mu'\nu'$, ν'^2:

$$\tfrac{1}{2} \cdot \mu'\nu'$$

Kegelschnitte, welche eine gegebene Gerade in einem gegebenen Punkte berühren, also in dem vierstufigen Systeme Σ_4:

$$\tfrac{1}{4} \cdot \mu'^2 \nu'^2$$

1) Diese Zahl ist wohl schon von Chasles in seinen ersten Arbeiten über Charakteristiken (Comptes rendus) benutzt. Cf. auch Schubert in den Math. Ann. Bd. X, pag. 341, Nr. 3.

Kegelschnitte, welche die genannte Bedingung zweimal erfüllen. Es existiren daher in Σ_4 $\frac{1}{4}\mu'^2\nu'^2$ Kegelschnitte, welche die Verbindungsgerade der unendlich nahen Punkte C und D im Punkte (CD) berühren, und zugleich die Verbindungsgerade EF im Punkte (EF) berühren. Jeder dieser Kegelschnitte schneidet g in Punkten, welche von P verschieden sind. Nun gehen aber durch 4 Punkte immer μ'^4 Kegelschnitte von Σ_4, also auch durch die 4 Punkte C, D, E, F. Folglich bleiben

$$\mu'^4 - \frac{1}{4}.\mu'^2\nu'^2$$

Kegelschnitte übrig, von denen jeder zwar die 4 Punkte C, D, E, F enthält, aber nicht dabei in (CD) oder in (EF) berührt.

Ein Kegelschnitt aber, welcher zwei Paare von unendlich nahen Punkten enthält, ohne in jedem Paare zu berühren, muß ein ausgearteter Kegelschnitt sein, welcher seine Punkte auf zwei zusammenfallenden Geraden hat. Daher muß jeder von diesen

$$\mu'^4 - \frac{1}{4}\mu'^2\nu'^2$$

dem Σ_4 angehörigen Kegelschnitten mit dem betrachteten ε im Ort der Punkte zusammenfallen, also g in den beiden zusammenfallenden Punkten P treffen. Hieraus folgt, daß im Punkte P $(\mu'^4 - \frac{1}{4}\mu'^2\nu'^2)$ Coincidenzen (AB) vorhanden sind. Nun besitzt Σ_1 $2\mu - \nu$ Ausartungen ε.

Deßhalb giebt es auf g:

$$(2\mu - \nu).2.(\mu'^4 - \frac{1}{4}\mu'^2\nu'^2)$$

Coincidenzen (AB), welche von der oben angedeuteten dritten Sorte sind.

So erhält man schließlich die Gleichung:

$$4.\mu.\mu'^4 = 2\mu.\mu'^4 + 2.X' + (2\mu - \nu).2.(\mu'^4 - \tfrac{1}{4}\mu'^2\nu'^2),$$

woraus sich die gesuchte Zahl x der den beiden Systemen gemeinsamen Kegelschnitte ergiebt, nämlich:

$$x = \mu.(\tfrac{1}{2}\mu'^2\nu'^2 - \mu'^4) + \nu.(\mu'^4 - \tfrac{1}{4}.\mu'^2\nu'^2)$$
$$= \alpha.\mu + \beta.\nu,$$

wo α und β nur von den Charakteristiken des Σ_4, also von der zu Σ_1 hinzutretenden beliebigen einfachen Bedingung Z_1 abhängen.

Wir erinnern noch an die allgemeinen, von Schubert in den Math. Ann. Bd. X, pag. 355 bis 360 gemachten Bemerkungen, nach welchen zwischen den 5 Charakteristiken eines ebenen Σ_4 von Kegelschnitten 3 Relationen bestehen, welche man auch durch ein allgemeines Eliminationsverfahren ableiten kann. Diese Relationen hat auch Lindemann in seinen »Vorles. v. Clebsch« pag. 403 in der Anmerkung. Wegen dieser Relationen kann α und β auf mannichfache Weise durch die 5 Charakteristiken des Σ_4 ausgedrückt werden. Eine der Relationen erhält man dadurch, daß man die obige Formel für x dualistisch umformt, und sie mit der umgeformten vergleicht. Dadurch bekommt man:

$$\mu'^2\nu'^2 = \tfrac{4}{3}(\mu'^4 + \nu'^4),$$

welche Gleichung mit der von Lindemann in jener Anmerkung zuletzt angegebenen übereinstimmt.

Es liegt nahe, in ähnlicher Weise die Zahl der gemeinsamen Kegelschnitte eines zweistufigen und eines dreistufigen Systems durch die Charateristiken der beiden Systeme auszudrücken. Herr Lindemann leitet in seinen »Vorl. v. Clebsch« (pag. 405) diese Zahl aus dem Chasles'schen Satze für einstufige Systeme ab, bestimmt aber die Functionen der Charakteristiken des dreistufigen Systems a posteriori. Dabei macht Herr Lindemann, wie hier beilänfig erwähnt werden mag, das von Schubert zuerst bemerkte Versehen, daß er den Chasles'schen Satz für ein einstufiges System auf eine Bedingung anwendet, welche von der das einstufige System definirenden zusammengesetzten vierfachen Bedingung indirect abhängt, was jener Satz nicht erlaubt.

Bei der Uebertragung des oben gelieferten Beweises von Kegelschnitten auf Flächen zweiter Ordnung haben wir die Zahl der einem einstufigen und einem achtstufigen Systeme von Flächen gemeinsamen Flächen durch die Charakteristiken der beiden Systeme μ, ν, ϱ und μ'^8, $\mu'^7\nu'$, $\mu'^7\varrho'$, $\mu'^6\nu'^2$, ... auszudrücken, statt des Kegelschnitts K eine Fläche zweiter Ordnung zu setzen, und statt der Schnittpunkt-Quadrupel Raumcurven vierter Ordnung zu setzen. Wir erhalten dann, wenn die Zahl der gemeinsamen Flächen wieder x genannt wird:

$$4\mu.\mu'^8 = 2\mu.\mu'^8 + 2.x + 2.(2\mu - \nu).\tfrac{1}{8}\mu'^3\nu'^4(2\mu' - \nu') \\ + 2.(2\nu - \mu - \varrho).\tfrac{1}{10}\mu'^6\varrho'(2\nu' - \mu' - \varrho'),$$

wo die in den Klammern stehenden Ausdrücke durch diejenigen beiden Ausartungen der Fläche zweiter Ordnung veranlaßt sind, auf denen der Punktort zerfallen ist. Es ergiebt sich:

$$x=\mu.[\mu'^8-\tfrac{1}{10}\mu'^7\varrho'+\tfrac{1}{5}\mu'^6\nu'\varrho'-\tfrac{1}{10}\mu'^6\varrho'^2-\tfrac{1}{2}\mu'^4\nu'^4+\tfrac{1}{4}\mu'^3\nu'^5]$$
$$+\nu.[\tfrac{1}{5}\mu'^7\varrho'-\tfrac{2}{5}\mu'^6\nu'\varrho'-\tfrac{1}{5}\mu'^6\varrho'^2-\tfrac{1}{8}\mu'^3\nu'^5+\tfrac{1}{4}\mu'^4\nu'^4]$$
$$+\varrho.[-\tfrac{1}{10}\mu'^7\varrho'+\tfrac{1}{5}\mu'^6\nu'\varrho'-\tfrac{1}{10}\mu'^6\varrho'^2]$$
$$=\alpha\mu+\beta\nu+\gamma\varrho$$

Mit Rücksicht auf die Beispiele, welche Herr Halphen in seiner Note gegen die Richtigkeit des Chasles'schen Satzes anführt, fügen wir unserer Mittheilung noch einige Bemerkungen hinzu.

Es ist schon oben ausführlich hervorgehoben, daß bei der Zahl $\alpha\mu+\beta\nu$ auch jeder ausgeartete Kegelschnitt mitzuzählen ist, sobald er sowohl dem einstufigen Systeme angehört, wie auch die hinzugefügte Bedingung zu erfüllen vermag. Ist nun dieses einstufige System durch die vierfache Bedingung definirt, daß der Verbindungsstrahl zweier im Punkte (PQ) unendlich nahen Punkte P und Q in (PQ) berührt wird, und zugleich der Verbindungsstrahl zweier anderer unendlich nahen Punkte R und S im Punkte (RS) berührt wird, so enthält dieses einstufige System auch denjenigen in einen Kegelschnitt ε ausgearteten Kegelschnitt, welcher die beiden Punkte (PQ) und (RS) zu Scheiteln hat. Wir fügen jetzt mit Halphen die einfache Bedingung Z_1 hinzu, aus einem gegebenen Strahle eine Strecke so auszuschneiden, daß dieselbe ein gegebenes Verhältniß hat zu dem Sinus des Winkels, der durch die beiden von einem gegebenen Punkte ausgehenden Tangenten gebildet wird. Dann vermag jener ausgeartete Kegelschnitt ε diese Bedingung nicht zu erfüllen. Folglich ist er bei der Zahl der Kegelschnitte, welch Z_1 erfüllen, nichtmitzuzählen,

so lange die Definition von Z_1 dieselbe bleibt. Liegen nun zweitens die Punkte (PQ) und (RS) im Punkte $(PQ\ RS)$ unendlich nahe, so ist der ausgeartete Kegelschnitt η, welcher seinen Scheitel im Punkte $(PQ\ RS)$, und seine Gerade in dem Verbindungsstrahle $PQ\ RS$ hat, unter den Kegelschnitten des Systems. Zugleich erfüllt er aber auch die Bedingung Z_1. Folglich ist er bei der Zahl $\alpha\mu + \beta\nu$ mitzuzählen.

Man könnte nun das Verlangen stellen, daß ausgeartete Kegelschnitte nie mitgezählt werden sollen, selbst dann nicht, wenn sie die hinzugefügte Bedingung erfüllen. Ein solches Verlangen halten wir aber für ebenso ungerechtfertigt und unzweckmäßig, wie etwa das Verlangen, daß bei einer gesuchten Zahl von gleichschenkligen Dreiecken vielleicht vorhandene gleichseitige nicht mitgerechnet werden sollen. Dies ist aber nicht etwa so zu verstehen, als wenn wir nicht das ausscheiden wollten, was Chasles und andere Autoren bei der Anwendung des Correspondenzprincips *solutions étrangères* genannt haben. Wenn man, um ein sehr einfaches Beispiel zu wählen, einem einstufigen Kegelschnitt-Systeme die Bedingung y stellt, auf einer gegebenen Geraden zwei unendlich nahe Punkte zu besitzen, so ist nach dem Correspondenzprincip die Zahl der diese Bedingung erfüllenden Kegelschnitte des Systems gleich

$$2.\mu.$$

Zu dieser Zahl gehören die ε Kegelschnitte des Systems, welche in Kegelschnitte ε ausgeartet sind, ebenso gut, wie die ν die gegebene Gerade berührenden Kegelschnitte. Wenn

man aber die Absicht hat, nicht die Zahl der y erfüllenden Kegelschnitte, sondern nur die Zahl der die Gerade berührenden Kegelschnitte zu bestimmen, so wird man in Bezug auf diese Absicht die ε ausgearteten Kegelschnitte *solutions étrangères* nennen können. Wenn man aber dann die Ausartungen nicht mitrechnet, so ist es doch wohl nicht, weil man sie nicht für Kegelschnitte hält, sondern, weil man überhaupt die Bedingung ganz geändert hat, indem man nicht mehr sagt »mit einer Geraden zwei unendlich nahe Punkte gemein haben«, sondern »die Gerade berühren.«

Versteht man aber trotzdem den Satz $\alpha\mu + \beta\nu$ so, daß diese Zahl nie Ausartungen mitzählen soll, selbst, wenn sie die gestellte Bedingung erfüllen, so kann der Satz natürlich nur dann richtig bleiben, wenn die Zahl der nichtmitzuzählenden Ausartungen sich durch μ und ν ausdrücken läßt. Dann hat man diese Zahl von $\alpha\mu + \beta\nu$ zu subtrahiren. Nun läßt sich die Gesammtzahl δ aller Ausartungen δ und die Gesammtzahl ε aller Ausartungen ε durch μ und ν ausdrücken, nämlich

$$\varepsilon = 2\mu - \nu$$
$$\delta = 2\nu - \mu.$$

Daraus folgt, daß der anders verstandene Satz noch richtig ist, wenn die gestellte Bedingung durch jede der Ausartungen δ oder jede der Ausartungen ε erfüllt wird. Wird aber die Bedingung nicht von allen δ oder allen ε erfüllt, z. B. etwa nur von denjenigen unter ihnen, welche vielleicht noch in Ausartungen η weiter ausgeartet sind, so braucht der anders verstandene Satz nicht rich-

tig zu sein, weil man im allgemeinen die zu subtrahirende Zahl, hier also η, nicht durch μ und ν ausdrücken kann.

Gestützt auf unsern obigen Beweis und die eben gemachten Bemerkungen, möchte wir unsere Meinung, wie folgt, aussprechen:

Wenn man den Chasles'schen Satz $\alpha\mu + \beta\nu$ so versteht, daß die Zahl $\alpha\mu + \beta\nu$ ausgeartete Kegelschnitte nicht umfassen soll, indem man sich etwa diese Beschränkung in die gestellte Bedingung hineingefügt denkt, so braucht der Satz dann nicht richtig zu sein, wenn die gestellte Bedingung nicht von allen Ausartungen δ oder allen ε erfüllt wird, z. B. nur von den Ausartungen η erfüllt wird.

Wenn man aber den Chasles'schen Satz so versteht, wie wir ihn bisher immer verstanden haben, daß nämlich $\alpha\mu + \beta\nu$ auch diejenigen ausgearteten Kegelschnitte mitzuumfassen hat, welche die gestellte, von jener Beschränkung freie Bedingung erfüllen, so glauben wir noch immer an seine Richtigkeit.

Ueber Bau und Entwicklung der Daphniden.

Vorläufige Mittheilung von

Dr. Fr. Spangenberg.
Assistent am zool. zoot. Institut in Göttingen.

(Vorgelegt von Ehlers.)

Das für die nächste Zeit angekündigte Erscheinen mehrerer Abhandlungen über Bau und

Entwicklung der Daphniden veranlaßt mich, schon vor Abschluß meiner Untersuchungen über den gleichen Gegenstand einige der dabei erhaltenen Resultate zu veröffentlichen. Die Art der Publikation, sowie die Hoffnung binnen kurzem ausführlicher auf dies Thema zurückkommen zu können, entschuldigen wohl das Skizzenhafte der Mittheilungen.

Das Hautskelet der Daphniden ist seiner fertigen Form nach seit langem gut bekannt; weniger Berücksichtigung hat dagegen bis jetzt die Art seiner Neubildung und der Vorgang der Häutung erfahren. Die mangelhafte Kenntniß dieser Verhältnisse und vor allem der Einrichtungen zur Reproduktion der Hautanhänge hat zur Folge gehabt, daß Manches als nervös oder auch muskulös beschrieben ist, was eigentlich der Matrix des Hautpanzers angehört. Nur eine genaue Kenntniß der matrikalen Bildungen kann solchen Verwechslungen vorbeugen und die Untersuchung der nervösen Endapparate weiterführen.

Abgesehen von den feinsten Härchen sind alle Cutikularanhänge des Daphnidenpanzers hohl, und ihr Lumen kommunizirt stets mit dem — bei der Zartheit der Chitinhaut freilich oft nur ideellen — Haarkanal. Einen Verschluß des Haarlumens unmittelbar oberhalb des Kanals, wie ihn Braun [1]) für alle größeren Haare des Astacus beschreibt, habe ich nirgend gefunden. Unterhalb eines jeden Haares oder Dorn's stülpt sich die im übrigen der Chitinhaut eng

1) M. Braun: Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von Astacus fluviatilis. Arbeiten aus dem zool. Institut zu Würzburg. Bd. II. pag. 151.

anliegende Matrix zu einer mehr oder weniger tiefen Tasche von der Weite des betreffenden Haares ein. Die Bezeichnung Tasche oder Tube (Hensen) paßt wenigstens für die meisten Stadien dieser Bildung; nur in der ersten Zeit nach vollzogener Häutung findet sich statt ihrer ein solider Kegel mit einer kleinen warzenförmigen Hervorragung auf der unmittelbar unter dem Haar gelegenen Basis. Vom Grunde dieser Tasche erhebt sich eine mehr oder weniger schlanke pfriemenförmige Papille, welche durch den Haarkanal in das Lumen des Haares eintritt und je nach seiner Form und Beschaffenheit verschieden weit in dasselbe vordringt. Bei den zahlreichen ungegliederten oder an der Basis eingelenkten Haaren pflegt die Papille bis nahe an die Spitze zu reichen, in die großen gegliederten Tast- und Ruderborsten dringt sie dagegen nur eine kurze Strecke, höchstens bis zur Hälfte des Schaftes. Außenwand und centraler Abschnitt der Tube, oder mit anderen Worten Scheide und Papille bestehen gleich der übrigen Matrix aus einem feinkörnigen Plasma mit darin eingestreuten Kernen; eine Abgrenzung einzelner Zellbezirke habe ich nicht nachweisen können. Wie man sieht, liegen die Verhältnisse ganz ähnlich wie bei Astacus, und auch die Bildung der neuen Borste geht in ganz derselben Weise vor sich. Scheide und Papille beginnen zu gleicher Zeit Chitin abzuscheiden: jene nach innen, diese nach außen; zunächst die feinen Härchen und dann die eigentliche Borstenwand. Die Scheide bildet das Basalstück, die Papille den Endabschnitt; die Umschlagstelle aber tritt später als Gliederung oder Einschnürung, kurz in irgend einer Weise kenntlich hervor. Alles was als Einlenkung oder Gliederung beschrieben

wird, ist nichts als die mechanische Folge der angegebenen Bildungsweise. Selbst die äußere Knickung der Ruderborsten, welche sich am ausgeprägtesten bei Simocephalus findet, aber auch sonst selten fehlt, entspricht der Eintrittsstelle der Papille in das alte Haar und verdankt ihre Entstehung der winklig von den Antennengliedern abstehenden Borstenrichtung, in zweiter Linie also ebenfalls den Häutungsvorgängen. Nach dem Gesagten kann es daher nicht auffallen, daß wir am eben ausgeschlüpften Jungen nur einfache, ungegliederte Haare finden. Erst nach vollzogener Häutung tritt die charakteristische Gliederung auf. Ich habe diesen Häutungsvorgang direkt mehrere Male beobachtet, ohne über den Mechanismus des Ausziehens der Haare völlig zur Klarheit zu kommen. Das Wahrscheinlichste ist mir, daß die junge Borste mit ihrer Spitze der Wandung der alten anklebt; einen Haken oder ein anderes Haftmittel habe ich wenigstens nicht finden können. Beim Ausziehen der Borsten pflegt die Papille abzureißen und läßt sich dann noch lange in Form vom Körnchen oder Tröpfchen im Endglied der Borste nachweisen. Zuweilen, namentlich bei in Gefangenschaft gehaltenen Thieren, trifft es sich, daß die Borsten bei der Häutung gar nicht, oder doch nur zum Theil ausgezogen werden und das giebt dann Anlaß zu den verschiedenartigsten Mißbildungen, die in einzelnen Fällen zwar nach wenigen Häutungen wieder ausgeglichen werden, häufig aber fortbestehen und schließlich die Schwimmfähigkeit des Thieres erheblich beeinträchtigen. Was nun den Häutungsvorgang im Großen und Ganzen betrifft, so habe ich denselben bei verschiedenen Daphnidenspecies beobachtet und übereinstimmend

gefunden, daß zunächst die obere Kopfkappe der Grenzlinie der Kapuzenfigur und des Kopfdaches folgend bis auf eine kleine Brücke oberhalb der ersten Antennen sich ablöst, und hierauf das Thier mit Hülfe seiner Afterklauen sich aus der alten Hülle nach vorn herausschiebt. Es sucht dabei mit der Spitze der Klauen die Hülle möglichst weit vorne zu erfassen, um sie dann durch Ausstrecken des Postabdomens abzustreifen. Das Herausziehen der Schale erleichtert ein Längsriß der oberen Schalenlamelle, der sich von der Hinterspitze der Kapuze längs der Rückenlinie bis nahe an den Schalendorn hinzieht. Zugleich mit dem alten Skelet wird auch die Chitinauskleidung des Vorder- und Enddarms abgeworfen; von einer Häutung des Mitteldarms ist jedoch nichts zu bemerken. Die inneren Ränder der Mund- und Mastdarmhüllen sind vielmehr scharf umschrieben.

Ich komme zum Nervensystem. In Bezug auf die äußere Form und den gröberen Bau des Gehirns bin ich zu denselben Ergebnissen wie Claus[1]) gelangt, abgesehen von einigen Einzelheiten, auf welche ich demnächst ausführlicher eingehen werde. Auch der Ursprung und Verlauf der Hirnnerven ist namentlich durch Leydig's Untersuchungen so genau bekannt, daß ich nur einige Details nachzutragen habe. Bei Sida entspringt jederseits von der untern Fläche des Gehirns nahe dem Ursprung des zum Nacken aufsteigenden Sinnesnerven ein bis jetzt nicht beachteteter Nerv, der sich baumförmig verzweigt über die ganze Haut der Wangen und der Stirn ausbreitet. Ferner ist mir bei Moina außer den Frontalnerven noch ein wei-

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXVII.

teres Nervenpaar von ziemlich ähnlichem Habitus aufgefallen, das ebenfalls an die Stirn geht. Die bekannten Augenmuskelnerven, neben den Frontalnerven die geeignetsten Objekte für das Studium der Nervenprimitivfibrillen, entspringen nicht direkt vom Gehirn, sondern verlaufen eine Strecke weit mit den Sehnerven in der gleichen Scheide, ehe sie sich von diesen abzweigen. Dies geschieht gewöhnlich kurz vor dem Eintritt des Optikus in das erste oder paarige Ganglion. Ueber den Bau des Auges habe ich meine Studien noch nicht abgeschlossen, und will daher nur erwähnen, daß der von einer bindegewebigen Kapsel, der Fortsetzung des Neurilemms, umschlossene Krystallkegel nicht wie Claus angiebt aus 4 sondern aus 5 deutlich gesonderten Längsgliedern besteht und im Inneren einen scharf umschriebenen stärker lichtbrechenden Kern besitzt.

Recht mangelhaft steht es gegenüber der genauen Kenntniß des Gehirns und seiner Nerven um die Erforschung der für die Beobachtung weit ungünstiger gelegenen Bauchganglienkette. Zwar hat Klunzinger durch vorsichtige Zergliederung[1]) bereits die allgemeine Uebereinstimmung der Ganglienkette der Daphniden mit dem Bauchmark der eigentlichen Phyllopoden nachgewiesen, aber es ist ihm weder gelungen dieselbe in ihrem ganzen Umfange freizulegen noch auch über die Beziehungen der Ganglien zu den einzelnen Segmenten in's Reine zu kommen. Für eine genauere Untersuchung ist übrigens die von ihm angewandte Methode der Mazeration in Essigsäure kaum die günstigste. Auch Claus hat zwar die Resultate Klun-

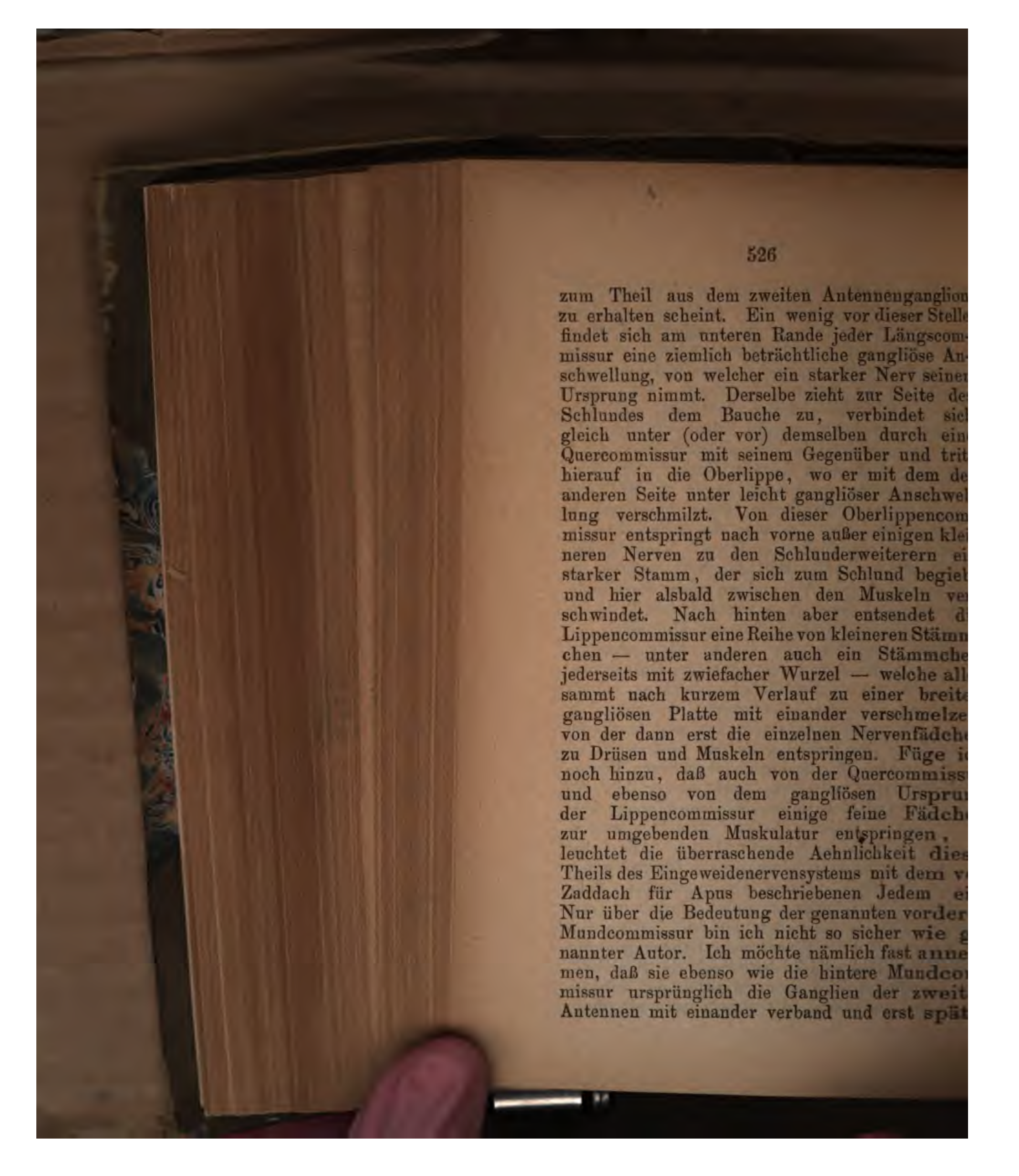
1) Zeitschrift f. wiss. Zool. Band XVI.

zinger's im Allgemeinen bestätigt, aber abgesehen von dem Nachweis eines unter den Mandibeln gelegenen Ganglions, das nach ihm die Muskeln der Mandibeln und Maxillen versorgen soll, Nichts Neues gebracht. Nach einigem Suchen ist es mir nun geglückt in Moina ein recht passendes Objekt für die Untersuchung am lebenden Thiere zu finden. Die jüngeren Thiere lassen sich mit Anwendung einiger kleinen Kunstgriffe unschwer so legen, daß man die ganze Bauchganglienkette im Zusammenhange übersehen kann. Es versteht sich von selbst, daß man zur Beobachtung nur frisch gehäutete und nicht allzu wohlgenährte und daher durch vieles Fett undurchsichtig gewordene Individuen verwenden darf. Auch mit der Präparation bin ich vermittels etwas veränderter Methode bei Daphnia magna zum Ziele gekommen. Mehrtägige Mazeration in schwachem Holzessig ist nach meiner Erfahrung das zweckmäßigste Mittel, um das ganze Centralnervensystem im Zusammenhange freizulegen, weniger brauchbar erweist sie sich für eine genauere Erkenntniß der Einzelheiten. Hier ist die Behandlung mit Osmiumsäure und Alkohol vorzuziehen. Diese hat freilich wieder den Nachtheil, die Theile allzu brüchig zu machen, so daß es nur äußerst schwer gelingt größere Parthien im Zusammenhang zu isoliren. Am besten thut man daher, der Behandlung mit Osmiumsäure eine ein- bis zweitägige schwache Mazeration in einer wenig angesäuerten Mischung von Alkohol, Wasser und Glycerin folgen zu lassen. Dann gelingt es mit einiger Geduld meistens das ganze Centralnervensystem in guter Erhaltung zu isoliren. Die folgende Darstellung gilt, soweit nichts anderes angegeben, nur für Daphnia magna und Moina.

Ziemlich weit vom Gehirn entfernt entspringen zu den Seiten des Schlundes von einer besonderen Anschwellung der Schlundlängscommissuren die beiden großen Nerven zur zweiten Antenne. Zwischen ihrer Basis und dem Abgang der Schlundquercommissur liegt jedoch stets noch ein kurzes ganglienfreies Stück der Längscommissur und niemals habe ich sie, wie Claus es für Daphnia similis angiebt, in gleicher Höhe mit der Schlundcommissur entspringen sehen. Der vordere bedeutend stärkere Nerv ist gemischter Natur, gabelt sich jedoch unmittelbar nach dem Ursprung in einen dorsalen und ventralen Hauptast. Der dorsale Ast wendet sich ein wenig nach vorn und zerfährt dann in zwei weitere Aeste von denen der vordere den zweiten der drei großen vom Scheitel entspringenden Muskeln versorgt, während der andere sich unter dem von der Gegenseite entspringenden zweiköpfigen Beuger hindurch zu dem 3ten der großen Hüftmuskeln wendet. Der ventrale Ast dagegen ist ein spezifischer Tastnerv und versorgt die zahlreichen Tastorgane der Antenne. Legt man das Thier so auf die Seite, daß die eine Antenne rechtwinklig vom Körper absteht und ihre Ventralseite dem Beschauer zuwendet, so kann man im günstigen Falle den größten Theil seines Verlaufes übersehen. Er wendet sich zunächst ziemlich gerade nach außen und zieht zwischen den beiden zweiköpfigen Beugern dem distalen Ende des Stammes zu. Im Grundglied sendet er einen Zweig in die Tiefe, der an der dorsalen Seite der Antenne angelangt sich um den Vorderrand des zweiten vom Scheitel entspringenden Muskels nach hinten schlägt und an die Basis der beiden großen Tastborsten des Grundgliedes tritt. Der

Hauptnerv aber zieht in gleicher Richtung bis etwa zur Längsmitte des Antennenstammes; hier spaltet er sich in zwei ungleiche Zweige. Der schwächere ventrale Zweig wendet sich direkt zum dreigliedrigen Ast und zieht an dessen Streckseite zu dem an der Spitze des letzten Gliedes stehenden kleinen Tastdorn, nachdem er zuvor noch im zweiten Gliede ein Spindelganglion gebildet hat. Der stärkere dorsale Ast aber entsendet nach kurzem Verlauf zwei Nervenstämmchen: eins zu dem innen an der Stammesspitze in der Mitte der beiden Aeste befindlichen gegliederten Tasthaar, das andere zu dem gerade gegenüberstehenden Dorn. Nach Abgabe dieser beiden Zweige tritt der Nerv verjüngt in den viergliedrigen Ast und an seiner Streckseite weiterziehend versorgt er zunächst den Tastdorn des zweiten und endlich den des Endgliedes.

Der schwächere der beiden Nervenstämme für die zweite Antenne ist ein reiner Muskelnerv. Wie der erste gabelt er sich gleich an seinem Ursprung in einen schwächeren dorsalen Ast, der nach vorn zieht und einen weit stärkeren ventralen, der zunächst an den hinteren Rand des hinteren der beiden zweibauchigen Beugemuskeln tritt und erst, nachdem er hier ein Ganglion gebildet in verschiedene Zweige zerfährt. Den weiteren Verlauf derselben zu verfolgen, würde hier zu weit führen. Alles über die Antennennerven Gesagte gilt für das ganze Genus Daphnia, Moina, Simocephalus, Sida. Nachdem die Längscommissuren noch von ihrer inneren Fläche je einen kleinen Nerven zur Schlundmuskulatur (?) entsendet haben, gelangen sie an die hintere oder obere Seite des Schlundes und verbinden sich hier vermittels der bekannten Quercommissur, die ihre Fasern allerdings



zum Theil aus dem zweiten Antennenganglion
zu erhalten scheint. Ein wenig vor dieser Stelle
findet sich am unteren Rande jeder Längscom-
missur eine ziemlich beträchtliche gangliöse An-
schwellung, von welcher ein starker Nerv seinen
Ursprung nimmt. Derselbe zieht zur Seite de
Schlundes dem Bauche zu, verbindet sich
gleich unter (oder vor) demselben durch ein
Quercommissur mit seinem Gegenüber und trit
hierauf in die Oberlippe, wo er mit dem de
anderen Seite unter leicht gangliöser Anschwel
lung verschmilzt. Von dieser Oberlippencom
missur entspringt nach vorne außer einigen klei
neren Nerven zu den Schlunderweiterern ei
starker Stamm, der sich zum Schlund begieb
und hier alsbald zwischen den Muskeln ver
schwindet. Nach hinten aber entsendet di
Lippencommissur eine Reihe von kleineren Stämm
chen — unter anderen auch ein Stämmche
jederseits mit zwiefacher Wurzel — welche all
sammt nach kurzem Verlauf zu einer breite
gangliösen Platte mit einander verschmelze
von der dann erst die einzelnen Nervenfädche
zu Drüsen und Muskeln entspringen. Füge i
noch hinzu, daß auch von der Quercommiss
und ebenso von dem gangliösen Ursprun
der Lippencommissur einige feine Fädch
zur umgebenden Muskulatur entspringen,
leuchtet die überraschende Aehnlichkeit dies
Theils des Eingeweidenervensystems mit dem v
Zaddach für Apus beschriebenen Jedem ei
Nur über die Bedeutung der genannten vorder
Mundcommissur bin ich nicht so sicher wie g
nannter Autor. Ich möchte nämlich fast anne
men, daß sie ebenso wie die hintere Mundcom
missur ursprünglich die Ganglien der zweit
Antennen mit einander verband und erst spät

auf die Lippencommissur hinüberrückte. Doch fehlen mir zur Zeit noch die Beweise für diese Annahme. Auch für Sida kann ich das Vorhandensein einer solchen Lippencommissur bestätigen. Nach Abgabe der Mundcommissuren nähren sich die Längscommissuren einander allmählig, behalten aber noch immer ihre ursprüngliche Lage bei, indem sie ihre Flächen nach außen resp. innen, die schmalen Ränder aber nach oben und unten wenden. Unmittelbar über den Kaustücken der Mandibeln schwellen sie zu einem beträchtlichen Ganglion an, das mit seinem Gegenüber durch eine einzige sehr breite Commissur verbunden ist. Der tiefen Bauchrinne der Daphniden entsprechend ist diese Commissur ebenso wie alle folgenden an der Unterseite concav. In diese Concavität eingebettet liegt jederseits die Ganglienmasse, von den Faserzügen der Längs- und Quercommissur von oben und außen her nestartig umgeben. Von dem unteren plattenartig ausgedehnten Rand der Längscommissur entspringen genau außen vom Ganglion 3 Nerven. Der vorderste zieht parallel den Längscommissuren nach vorne zu den Mundcommissuren und entspricht daher möglicherweise der von Zaddach beschriebenen sekundären Verbindung der Schlund und Mandibelcommissur, der zweite ist ein Muskelnerv, der dritte und stärkste aber schwillt nach kurzem Verlauf zu einem Ganglion an, aus dem in sehr stumpfem Winkel zu einander zwei Stämmchen hervorgehen, die sich alsdann weiter verästeln. Irre ich nicht, so haben wir hier denselben Nerven vor uns, den ich bei Sida in der Schale fand, obwohl es einigermaßen auffallen muß, die Schale vom Mandibelganglion aus innervirt zu sehen. Bei Sida erkennt man nämlich etwas über und

hinter dem hinteren Winkel der Schalendrüse ein ganz ähnliches dreieckiges Ganglion von welchem zwei Hauptäste, der eine nach hinten und unten der andere nach vorne und oben sich erstrecken und in baumförmigen Verästelungen die Haut versorgen. Ein dritter und zwar der stärkste Stamm führt vom Ganglion aus gegen den Drüsenausführungsgang hin in die Tiefe, und dies wird wohl der eigentliche Nervenstamm sein. Bei allen anderen Daphniden habe ich diesen Nerven bisher vergeblich gesucht, wie es freilich bei der Undurchsichtigkeit gerade der Schalenhaut auch kaum anders zu erwarten war. Fast unmittelbar hinter dem Mandibelganglion, nur durch eine kurze Faserbrücke von ihm getrennt folgt das kleinere Maxillenganglion und an dieses schließt sich wiederum sogleich das erste Pedalganglion. Jedes von ihnen ist mit seinem Gegenüber durch zwei fast gleich breite Commissuren verbunden; alle vier liegen in gleichen Abständen hinter einander und sind zuweilen so weit mit einander verschmolzen, daß das Ganze eher einer durchlöcherten Platte als einer Anzahl von Commissuren gleicht. Vom Maxillenganglion entspringen zwei Nerven, deren peripherische Verbreitung ich nicht verfolgen konnte. Die Nerven für das erste Beinpaar aber entspringen erst etwas hinter den zugehörigen Commissuren; genau in der Höhe der ersten Pedalcommissur verwandelt sich die bis dahin noch immer senkrechte Lagerung der Längscommissurenbänder in eine wagerechte, so daß von nun an entsprechend der größeren Breite des Leibes die Flächen der Längsstämme nach oben und unten, ihre scharfen Ränder aber nach außen und innen sehen. Diese Umknickung der Commissuren

bewirkt vor allen Dingen, daß bei weniger vorsichtiger Praeparation das Bauchmark stets an eben dieser Stelle zerreißt. So ist es offenbar Klunzinger ergangen, denn seine Abbildung reicht nur bis hieher und läßt das erste Pedalganglion mit seinen Commissuren vermissen. Daraus folgt die Unrichtigkeit der Figurenerklärung, soweit sie die Beziehung der einzelnen Ganglienpaare auf die Beinpaare und deren Segmente betrifft. Der größere Theil des ersten sowie der beiden folgenden Fußganglien sind jederseits zu einer länglichen Ganglienmasse mit einander verschmolzen und außer dem schon erwähnten Commissurenpaar durch zwei weitere Paare mit einander verbunden. Diese sind insofern vor dem ersten ausgezeichnet als bei ihnen die vordere Commissur stets bedeutend schwächer ist. Von dieser gemeinsamen Ganglienmasse entspringen nun für jedes der drei ersten Segmente je ein mächtiger ganglilöser Stamm von der Bauchseite und ein bis zwei schwächere Stämmchen von der Rückenseite. Da ich über die periphere Verbreitung dieser Nerven noch nicht ganz im Reinen bin, verspare ich mir die Beschreibung derselben bis auf meine ausführlichere Mittheilung. Aus der beschriebenen Ganglienmasse hervortretend schwellen die Längsstämme nach kurzem Verlauf zu einem weiteren, dem vierten Fußganglion an, von dem ebenfalls ein mächtiger Stamm an der Bauchseite und ein schwächerer an der Rückenseite entspringen. Erst in beträchtlichem Abstand folgt auf dieses das fünfte Fußganglion, wie das vorige durch eine Doppelcommissur mit dem jenseitigen verbunden, und wie jenes zwei Hauptnerven abgebend.

Das letztgenannte Ganglion liegt am Anfang des fünften Leibessegmentes etwa in der Höhe

des vierten Beinpaars und ist deshalb von Klunzinger auch auf dies und nicht auf das fünfte Segment bezogen worden. Daß es diesem angehört, beweist zur Evidenz die Verbreitung der von ihm entspringenden Nerven, welche sich sämmtlich im fünften Segment und seinen Anhängen verästeln. Wäre Klunzingers Ansicht gerechtfertigt, so müßte die von mir dem ersten beintragenden Segment zugewiesene Commissur auf ein zweites Maxillensegment bezogen werden, eine Annahme, der ich anfangs zuneigte. Von dem fünften Ganglienpaar ab verjüngen die Längsstämme sich zusehends, schwellen nach Abgabe verschiedener kleinerer Nervenfäden kurz hinter dem fünften Beinpaar noch einmal zu einem keinen Ganglion an und verlaufen dann direkt an die Basis der großen Tastborsten des Postabdomens, wo sie zu einem Ganglion mit einander verschmelzen. Klunzinger hat auch für das sechste Ganglienpaar noch eine Doppelcommissur angegeben; es ist mir aber bis jetzt noch nicht möglich gewesen eine solche nachzuweisen, doch kann ich sie ebensowenig mit voller Bestimmtheit bestreiten. Ein Vorhandensein derselben wäre im Hinblick auf Sida jedenfalls interessant und ein nicht unwichtiger Fingerzeig für die Ermittelung der Verwandtschaftsbeziehungen der Daphniden. Zum Schluß will ich noch eines Nervengeflechtes erwähnen, welches ich unter dem letzten Drittheil des Darmes gefunden habe und das offenbar symphathischer Natur ist. Doch ist es mir noch nicht gelungen, dasselbe weiter zu verfolgen und seinen Zusammenhang mit dem Bauchmark zu constatiren. Ebensowenig konnte ich bisher in's Reine kommen über die Natur der eigenthümlichen Längsbänder des Darmes, welche bisher als Muskeln

beschrieben wurden. Ihrem Habitus und der ganzen Art der Verzweigung nach möchte ich sie für Nervenfibrillenbündel halten, der eigenthümlich starke Glanz aber deutet eher auf eine bindegewebige Bildung hin. Diese Bänder liegen unmittelbar unter der lockeren Peritonealhülle der Muskulosa des Darmes auf und ziehen im Ganzen und Großen ziemlich parallel nach hinten. Jedes Längsband besteht aus einer Anzahl feinster Fibrillen, welche von dem Hauptzug sich unter spitzem Winkel abwenden und schließlich an den Muskelreifen enden.

Ueber den Darm will ich nur im Anschluß an meine obige Bemerkung hinzufügen, daß derselbe keine eigentliche auskleidende Cutikula im Sinne der Autoren besitzt. Man sieht zwar die ausgestoßenen Faekalmassen fast regelmäßig von einem äußert dünnen Häutchen umhüllt, es ist dies aber keine eigentliche Cutikula, sondern nichts als erhärteter Schleim. Die Zellauskleidung des Darmes besteht nämlich zum größten Theil aus wohlausgebildeten Becherzellen. Man kann nicht nur am lebenden Thiere gar wohl das Hervorquellen der einzelnen Schleimpfropfen beobachten, sondern nach passender Behandlung diese Zellen auch in den verschiedensten Sekretionsstadien isoliren. Alle diese einzelnen Schleimpfropfen scheinen im lebenden Darm zu einer gemeinsamen schleimigen Schicht zusammenzufließen, wie dies das Mikroscop unter der Form des breiten hellen Saumes nach innen von der Zellschicht anzeigt. Nach Erhärtung in Osmiumsäure lassen sich große Stücke dieser Schicht als glashelle brüchige Platten vom Darmepithel abheben. Gegen den Mastdarm hin nimmt die Schleimschicht stets an Mächtigkeit ab.

Ueber Bau und Inhalt des Ovariums habe ich hier Nichts wesentlich Neues zu sagen, nur möchte ich bemerken, daß es doch nicht so gar schwer ist, an durchsichtigen Thieren die äußere Mündung des Oviduktes nachzuweisen. Wenigstens ist mir dies bei allen darauf untersuchten Daphnidenspezies, bei Moina und Simocephalus gelungen. Auch ist es leicht bei Daphnia magna Ovarium und Oviduct im Zusammenhange herauszupräpariren. Die äußere Geschlechtsöffnung liegt zur Seite des Abdomens ziemlich hoch oben unmittelbar nach unten und vorn von dem ersten großen Rückenfortsatze: kurz an der nämlichen Stelle wie bei Sida. Da nun aber die jüngsten Eikeime ebenfalls im hinteren Ende des Eierstocks liegen und beim Wachsen stets weiter nach vorne rücken, so müssen die reifen Eier auf ihrem Weg zum Eileiter sich von vorne nach hinten an allen jüngeren Eikammern vorbeischieben. Nun sieht man freilich leicht, daß die Eikammern stets die äußere Wand des sogen. Eierstocks einnehmen, während die reifen Eimassen sich in der eibehälterartig ausgebuchteten Innenhälfte ansammlen; da sich aber zwischen beiden keine Scheidewand wahrnehmen läßt, begreift man nicht recht, wie eine so unvollkommene Einrichtung ohne auffällige Störungen ihrem Zweck genügen kann. Der Eileiter ist ein nur schwach abgesetzter kurzer Schlauch, an dessen Wandungen sich einige zarte Muskelfäden radienartig inseriren. Sie wirken bei der Eiablage als Erweiterer des Eileiters. Wartet man die Häutung eines Thierchens ab, so gelingt es jedesmal die nach kurzer Zeit folgende Eiablage zu beobachten; nur ist es wünschenswerth das Thierchen dabei vor jeglichem Druck durch das Deckgläschen zu schü-

tzen. Bei einiger Aufmerksamkeit kann man sich mit Bestimmtheit überzeugen, daß die Eier der Daphnia schon im Ovarium wohl begrenzt und von einander geschieden sind. Deutlicher noch tritt dies beim Austritt derselben in den Brutraum hervor. Wie fest der Zusammenhalt der äußerst dehnbaren Eier ist, zeigt sich besonders dann, wenn zwei Eier zu gleicher Zeit lang ausgestreckt durch die enge Oeffnung hindurchtreten, ohne dabei mit einander zu verschmelzen. Und das geschieht gar nicht selten. Die eben ausgetretenen Eier sind lang wurstförmig, contrahiren sich dann langsam bis sie die bekannte eiförmige Gestalt angenommen haben und scheiden erst jetzt die feste Eihaut ab. Dies geschieht meistens nach etwa 10 bis 15 Minuten. Sobald die Eihaut einigermaßen erhärtet ist, zieht sich das Ei aufs neue zusammen und in Folge davon bildet sich an beiden Polen zwischen Dotter und Eihaut ein heller mit Flüssigkeit erfüllter Zwischenraum. Jetzt erst beginnt die Furchung, die leider bei der Undurchsichtigkeit des Dotters äußerst schwer zu verfolgen ist. An Eiern der Daphnia pulex Jur. habe ich einige Male ganz regelmäßige Bilder der ersten Stadien gefunden, ohne entscheiden zu können, ob die Furchen das Ei bis zum Centrum durchsetzten.

Zum Schluß will ich noch einige Worte über die Entwicklung der Daphniden hinzufügen. Auch hierfür ist, wie schon Claus angegeben hat, die Moina ein treffliches Beobachtungsobjekt. Nach einer vollkommenen regelmäßigen Furchung bildet sich durch Abschnürung der peripheren Abschnitte der Furchungszellen eine einschichtige Keimblase mit einem Kerne von röthlicher Dottersubstanz entsprechend

den abgeschnürten centralen Zellabschnitten. Die Blase ist von eiförmiger Gestalt, das stumpfe Ende wird zum Kopf, das verjüngte zum Afterende. Eine bald darauf im vorderen Drittheil der einen Körperseite auftretende grubige Vertiefung erweist diese als Bauchseite. Hiemit ist die Orientirung des Embryo's gegeben. Während die Mundgrube sich langsam vertieft und eine innen in ihrer Umgebung beginnende Zellwucherung zur ersten Anlage des zweiten Keimblattes führt, tritt ein wenig hinter ihr rechts und links eine nach hinten convexe, halbmondförmige Spalte auf, welche tiefer und tiefer eindringt und so eine breite Falte — die erste Anlage der zweiten Antenne — vom Körper abschnürt. Unmittelbar hinter ihr, aber fast ganz auf die Bauchseite beschränkt, entsteht bald darauf eine zweite kleinere Falte, die Anlage der Mandibel; und ziemlich gleichzeitig damit beginnt auch die erste Antenne nahe am Vorderrand des Embryo's hervorzusprossen. Die Anlage dieser drei Kopfgliedmaßen geschieht in ganz gleicher Weise wie die der Bauchgliedmaßen, und auch die erste Gliederung der zweiten Antenne weicht in Nichts von dem dort auftretenden Bildungsgange ab. Während dieser Zeit hat sich auch die Aftergrube mit ihrer zapfenartig in's Innere des Embryo's vorspringenden Wandung ausgebildet. Wir haben also in diesem Stadium einen ächten Nauplius vor uns, nur in etwas abgeändert durch die embryonale Lebensweise. Auf dieser Entwicklungsstufe bleibt der Embryo ziemlich lange Zeit ohne wesentliche Veränderungen stehen, abgesehen von einer bedeutenden Größenzunahme, die bei der geringen Dehnbarkeit der Eihaut bald zu einer Krümmung des Embryonalleibes führt. Erst wenn

unter dem wachsenden Druck die Eihaut zerreißt, streckt sich derselbe wieder in der ihn nun allein umhüllenden dehnbaren Larvenhaut gerade aus. Etwas convex freilich bleibt die Bauchseite trotzdem. Zugleich aber nimmt der Nauplius so bedeutend an Länge zu, daß er alsbald den gestreckten Naupliusformen von Branchipus und Artemia auffallend gleicht. Die weitere Entwicklung verläuft in ziemlich regelmäßiger Weise. Bei der geringen Größe und ungünstigen Lage der beiden Maxillenpaare ist es zwar nicht leicht, zu entscheiden ob sie kurz vor oder nach dem vorderen Beinpaar angelegt werden, im übrigen aber geht die Gliederung des Körpers streng regelmäßig von vorne nach hinten vor sich. Nach Anlage der drei ersten Beinpaare entsteht wiederum eine etwas längere Pause. Von den jüngeren Stadien findet man daher beim Nachsuchen fast immer entweder Nauplius oder Larven, welche außer den Kopfextremitäten auch schon die Maxillen und die drei ersten Beinpaare besitzen. Schon auf diesem Stadium hat die beständig sich streckende Larve auch in der weiteren und dehnbaren Larvenhülle keinen Raum mehr und ist daher gezwungen, sich zum zweitenmale einzukrümmen. Dies geschieht wie das erste Mal in der Weise, daß Kopf und Schwanzende über dem Rücken sich entgegenwachsen, der Bauch also convex gekrümmt erscheint. Die weiteren Entwicklungsstufen übergehe ich hier und wende mich zur Entwicklung des Wintereies, die bis jetzt meines Wissens noch nicht beobachtet wurde. Um Weihnachten des vorigen Jahres fand ich in einem Coblenzer Gartenteich zahlreiche Ephippien der dort vorkommenden Daphnia pulex Jurine, und da ich dieselben jederzeit bequem

beobachten konnte, beschäftigte ich mich etwas näher mit ihnen. Brachte ich diese Ephippien aus dem ziemlich stark überfrorenen Teiche in mäßige Wärme, so fand ich nach etwa 120—128 Stunden die Larven aus dem Ephippium ausgetreten und in ihren weitausgedehnten Larvenhüllen am Boden liegen. Nach weiteren dreißig Minuten bis etwa zwei Stunden schlüpfte das ganze Thierchen aus und häutete sich nach wenigen Minuten zum ersten Male. Selbst die völlig eingefrorenen Ephippien erwiesen sich jedesmal als entwicklungsfähig. Die nähere Untersuchung ergab folgendes. Die Eier sind in dem Ephippium stets so gelagert, daß die künftigen Kopfenden gegen den convexen Rand desselben gerichtet sind. Der Austritt aus dem durch die federnde Kraft der Rückenkante fest verschlossen gehaltenen Ephippium erfolgt in der Weise, daß die starre Eihaut zunächst in Folge des wachsenden inneren Druckes durch einen aequatorialen Riß in zwei Hälften zerfällt, hierauf aber die erste Larvenhaut, offenbar durch ausgiebige Wasseraufnahme, mehr und mehr sich ausdehnt. Durch ihr fortdauerndes Aufquellen werden die beiden Schalenhälften des Ephippiums nach und nach so weit auseinandergedrängt, daß die Larve sich herauszwängen kann. Dann schließt sich das Ephippium wieder. Hiebei bleibt gewöhnlich eine Eischalenhälfte im Ephippium zurück, die andere aber sitzt meistens noch einige Zeit kappenförmig dem einen Larvenpol auf, bis auch sie in Folge der andauernden Ausdehnung der Larvenhülle abfällt. Die Larven treten übrigens stets aus der vorderen stumpfen Seite des Ephippiums aus, selbst dann, wenn das zu hinterst liegende Ei zuerst aufquillt. Nach und nach dehnt sich die Larvenhülle so

bedeutend aus, daß die Larve sich völlig frei in derselben bewegen kann. Es ist interessant sie hiebei zu beobachten; das Thier liegt anfangs lange Zeit still, dann beginnen die Beine unregelmäßig zu zittern, aber schon nach kurzer Zeit macht das Thierchen wiederum eine Pause um dann auf's neue sich in der Bewegung zu versuchen. So gelangt es erst nach und nach zu regelmäßigen coordinirten Bewegungen. Zu dieser Zeit erkennt man im Inneren der Larvenhülle noch eine zerknitterte feine Haut, die abgestreifte zweite Larvenhaut. Schließlich reißt die Hülle, nachdem sie vorher zuweilen noch rasch an Volum abgenommen hat, und das Thierchen wird frei. Das ausschlüpfende Junge steht auf derselben Entwicklungsstufe wie das aus dem Sommerei gebildete. Die Furchungsvorgänge habe ich bei der Undurchsichtigkeit der Eier nicht verfolgen können, auch nicht die erste Anlage der Kopfgliedmaßen. Das jüngste deutlich erkannte Stadium war ein vollkommener Nauplius mit beiden Antennenpaaren, Oberkiefer, Mund und After. Er ist nicht so gestreckt wie bei Moina, sondern eiförmig und füllt die Eihülle völlig aus. Die weitere Entwicklung verläuft äußerlich wie bei Moina, nur tritt keine solche Krümmung des Leibes auf.

Ist Rigveda VII. 44, 3 *ma̐çcatór* oder *mâ̐çcatór* in der Sa*m*hitâ zu lesen?

Von

Theodor Benfey.

An der in der Ueberschrift erwähnten Stelle haben M. Müller (in beiden Ausgaben) und Auf-

recht im Pada-Text das erste *a* kurz, in dem der Samhitâ dagegen lang. Im Petersburger Wörterbuch unter *mâ-çcatú* wird bemerkt, daß der Pada-Text und Rig-Prâtiçâkhya IV. 35 *ma-çcatú* mit kurzem *a* haben. In letzterem bemerkt Regnier (Erste Abtheilung, p. 226 des besonderen Abdrucks), daß das Pariser und die Berliner Manuscripte des Prâtiçâkhya *mâ-çcatóḥ* mit langem *â* schreiben, aber die Pariser Mscpte des Rigveda sowohl *im Samhitâ-* als Pada-Text kurzes *ă*, also *ma-çcatór*, haben. M. Müller schreibt in seiner Ausgabe des Prâtiçâkha (r. 301) im Sanskrit-Text kurzes *a* und in der Mittheilung der Stelle giebt er sowohl im Pada als Samhitâ-Text des Rigveda ebenfalls kurzes *a*. Auch in dem Commentar des Sâyana zu dieser Stelle (in M. Müller's Ausgabe, Vol. IV. p. 91) ist das Wort zweimal mit kurzem *a* gedruckt.

Aus allem diesen ergiebt sich zunächst, daß die Handschriften der Samhitâ des Rigveda zwar zwischen langem und kurzem *a* schwanken, die des Pada dagegen, so weit sie bis jetzt benutzt sind, nur kurzes *ă* haben; was das Prâtiçâkhya betrifft, so ist auch in dessen Handschriften ein Schwanken anzuerkennen.

Es entsteht nun die Frage, welche Leseweise ist die richtige?

Was den Pada-Text betrifft, so spricht schon die Uebereinstimmung der Handschriften dafür, daß die mit kurzem *ă* in ihm als einzig richtig anzuerkennen ist; dafür spricht auch Sâyana's Commentar und vor allem die größere Sorgfalt, mit welcher, so viel ich bemerkt zu haben glaube, die Pada-Handschriften geschrieben zu werden pflegten.

Wenn diese Leseart aber als die des Pada

Textes anzuerkennen ist, so ist leicht zu erweisen, daß sie auch in den Sa*m*hitâ-Text aufzunehmen ist. Denn es ist bekannt, daß in dem Prâtiçâkhya alle Quantitätsverschiedenheiten zwischen dem Sa*m*hitâ- und Pada-Text sorgfältig angemerkt sind. Es giebt aber keine einzige Stelle in demselben, in welcher gelehrt würde, daß das erste *a* in *ma*◡*çcató*ḥ zu dehnen sei.

Das Schwanken der Sa*m*hitâ-Handschriften und des Prâtiçâkhya in Bezug auf die Quantität erklärt sich aber leicht schon dadurch, daß *ma*◡*çcató*h in der engsten Bezeichung zu *mấ*◡*çcatve* und *mâ*◡*çcatvé* steht, hinter denen und *mâ*◡*spacanyâ* es in der erwähnten Stelle des R. Prâtiç. auch angeführt wird. Es war wohl nichts leichter als daß ein Abschreiber schon in älterer Zeit die Dehnung in den ersten Wörtern auch auf das letzte übertrug.

Außerdem wissen wir aus dem Capitel des R. Pr., in welchem die Fehler gegen die richtige Aussprache von vedischen Wörtern aufgezählt werden, daß gerade kurze nasalirte Vocale fälschlicher Weise gedehnt zu werden pflegten (R. Pr. 809).

Ein, wie mir scheint, vollständig entscheidendes Moment für die Correctur von *mâ*◡*çcatór* zu *ma*◡*çcatór* liefert aber endlich R. Pr. 730 ff., insbesondre 735, wo zwar *mâ*◡*çcatve*, nicht aber *ma*◡*çcató*ḥ, unter den Wörtern aufgeführt wird, in denen der Vokal vor dem Anusvâra lang ist.

Ist diese Ausführung richtig, so wird *mâ*◡*çcatú* aus den Lexicis ausscheiden müßen und *ma*◡*çcatú* in dieselben aufzunehmen sein.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften im Monat August 1876 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung).

Nature 353—357.
Bulletin de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou. Ann. 1876. No. 1.
Leopoldina XII. No. 13—16. 1876.
Der zoologische Garten XVII. Jahrgang No. 1—6. 1876.
Memorie della Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Serie 3. Tom. V. Fasc. 1—4. Bologna 1874. 4.
Rendiconto delle sessioni dell'Accad. di Bol. 1874—75.
Mémoires de l'Acad. roy. des Sciences etc. de Belgique. T. XLI. 1—2. 1876. 4.
Mémoires couronnés et Mém. des savants étrangers. T. XXXIX. 1. 1876. 4.
Wauters, Table chronologique des chartes et diplômes imprimés concernant l'histoire de la Belgique, T. IV. (1226—1250.) Bruxelles 1874. 4.
Gachard, Les bibliothèques de Madrid et de l'Escurial. Brux. 1875. 4.
Kervin de Lettenhove, Codex Dunensis. Brux. 1875. 4.
Gachard, La bibliothèque nationale de Paris. T. I. Brux. 1875. 4.

Fortsetzung folgt.

Verbesserung.

In der zweiten Abhandlung: 'Die Quantitätsverschiedenheiten in den Saṁhitâ- und Pada-Texten der Veden' 1875 findet sich ein sehr störender Druckfehler, da es völlig unmöglich ist, ihn aus dem Zusammenhang zu verbessern. Ich beeile mich daher, ihn zunächst hier hervorzuheben.

Es ist nämlich P. 38. Z. 15 zu lesen 7 statt 11. Th. Benfey.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

13. December. №. 21. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung am 2. December.

Listing, Zum Andenken an Sartorius von Waltershausen.
Pauli, Ueber das Buch von der englischen Staatskunst aus dem XV. Jahrhundert.
Benfey, Ist Rigveda III. 53, 19 *spandané* oder *syandané*, Rigveda IV. 3, 10 *áspandamâno* oder *ásyandamâno* zu lesen?
— Wie kam der Verfasser des 1sten Vârttika zu Pâṇini VII. 3, 87 dazu, eine Wurzel *spâç* mit langem *â* anzunehmen?
— *çvanín* oder *çvaní*?
Enneper, Bemerkungen über einige Flächen von constantem Krümmungsmaaß.
Ludwig, Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis. (Vorgelegt von Ehlers.)
Jahresbericht des Secretairs.

Die K. Gesellschaft der Wiss. feierte in der heutigen Sitzung ihren Stiftungstag zum fünfundzwanzigsten Mal in dem zweiten Jahrhundert ihres Bestehens. Hr. Prof. Listing gab eine kurze Lebensskizze von unserem verstorbenen ordentlichen Mitgliede Sartorius von Waltershausen; Hr. Professor Pauli hielt einen Vortrag über das Buch der englischen Staatskunst aus dem XV. Jahrhundert; die Hrn. Eh-

lers, Benfey und Enneper legten Mittheilungen zur Veröffentlichung in den Nachrichten vor; der Secretär erstattete den folgenden ordnungsmäßigen Jahresbericht:

Die K. Societät hat in diesem Jahre zehn Sitzungen gehalten, in denen 5 ausführlichere Abhandlungen und 35 kürzere Mittheilungen vorgetragen oder vorgelegt wurden. Die ersteren machen den Inhalt des in Kurzem erscheinenden XXI. Bandes der »Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wiss.« aus, die letzteren sind in dem gegenwärtigen Jahrgange der »Nachrichten« veröffentlicht.

Die für den November d. J. von der mathematischen Classe der Societät gestellte Preisfrage hat einen Bearbeiter nicht gefunden. Sie wird nicht von Neuem aufgegeben.

Für die nächsten drei Jahre werden von der K. Societät folgende Preisaufgaben gestellt:

Für den November 1877 von der historisch-philologischen Classe:

Die K. Societät verlangt, daß gezeigt werde, was die bildenden und zeichnenden Künste bei den Griechen und Italern den Künsten der Nichtgriechen und Nichtitaler verdanken, und hin wiederum, wo sie außerhalb der Griechischen und Italischen Länder Wurzel getrieben und wiefern sie einen Einfluß auf die Entwickelung der Künste bei Nichtgriechen und Nichtitalern gehabt haben.

Für den November 1878 von der physikalischen Classe:

Die Fragen, ob und welche besondere Wirkungen auf den thierischen Organismus das Athmen in reinem Sauerstoffgase von der dem gewöhnlichen Luftdruck entsprechenden Dichtigkeit hat, sind durch die bisher hierüber ange-

stellten Untersuchungen nicht mit befriedigender Uebereinstimmung beantwortet; es werden daher neue Untersuchungen, sowohl an homoiothermen, als auch, so weit thunlich, an poikilothermen Thieren gewünscht, bei denen neben etwa äußerlich am Thier wahrnehmbaren Erscheinungen ganz besonders die Beschaffenheit des Blutes und des Stoffwechsels (Kohlensäure-Ausscheidung, Beschaffenheit des Harns) in's Auge zu fassen sind; mit Rücksicht auf gewisse Angaben wird die Reinheit des anzuwendenden Sauerstoffgases von allen bei dessen Bereitung etwa zugleich auftretenden fremdartigen Stoffen sorgfältig zu beachten sein, während eine vielleicht kaum zu vermeidende, in engen Grenzen zu haltende Beimengung von atmosphärischem Stickstoff dem Sinn der Aufgabe nicht entgegentreten würde.

Für den November 1879 von der mathemathischen Classe:

Während in der heutigen Undulationstheorie des Lichtes neben der Voraussetzung transversaler Oscillationen der Aethertheilchen das mechanische Princip der Coëxistenz kleiner Bewegungen zur Erklärung der Polarisations- und der Interferenz-Erscheinungen genügt, reichen diese Unterlagen nicht mehr aus, wenn es sich um die Natur des unpolarisirten oder natürlichen Lichtes, oder aber um den Conflict zwischen Wellenzügen handelt, welche nicht aus derselben Lichtquelle stammen. Man hat dem Mangel durch die Voraussetzung einer sogenannten großen Periode von innerhalb gewisser Grenzen regelloser Dauer abzuhelfen gesucht, ohne nähere erfahrungsmäßige Begründung dieser Hülfsvorstellung. Die Königliche Gesellschaft wünscht die Anstellung neuer auf die Natur

des *unpolarisirten Lichtstrahls gerichteter Untersuchungen, welche geeignet seien, die auf natürliches Licht von beliebiger Abkunft bezüglichen Vorstellungen hinsichtlich ihrer Bestimmtheit denen nahe zu bringen, welche die Theorie mit den verschiedenen Arten polarisirten Lichtes verbindet.*

Die Concurrenzschriften müssen vor Ablauf des Septembers der bestimmten Jahre an die K. Gesellschaft der Wissenschaften portofrei eingesandt sein, begleitet von einem versiegelten Umschlag, welcher den Namen und Wohnort des Verfassers enthält, und auswendig mit dem Motto zu versehen ist, welches auf dem Titel der Schrift steht.

In einer besondern Sitzung erstattete Hr. Waitz Bericht über den dritten Verwaltungszeitraum der Wedekind'schen Preisstiftung für deutsche Geschichte. Er findet sich in den Nachrichten von diesem Jahre S. 177 abgedruckt.

Bezüglich der Gauss'schen Werke hat die Societät in den Nachr. S. 87 bekannt gemacht, daß sie sich veranlaßt gesehen hat, den im December 1875 veröffentlichten, bis jetzt noch nicht zur Ausführung gekommenen Beschluß über die Vertriebsweise und den Preis dieser Werke abzuändern und die bisherigen Subscriptionspreise bis auf Weiteres bestehen zu lassen. Eine zweite Anzeige S. 369 betrifft die Nachträge zur zweiten Auflage des II. Bandes.

Das unter den 3 ältesten Mitgliedern der 3 Classen wechselnde Directorium der Societät ist zu Michaelis d. J. von Hrn. Weber in der ma-

thematischen, auf Hrn. Wüstenfeld in der historisch-philologischen Classe übergegangen.

Durch die Berufung des Herrn Georg Waitz nach Berlin als Herausgeber der Monumenta Germaniae historica hat die Societät zu ihrem lebhaftesten Bedauern eines ihrer thätigsten hiesigen Mitglieder verloren.

Tief betrauert die K. Societät den Tod ihres ordentlichen Mitgliedes Wolfgang Sartorius v. Waltershausen, Professors der Mineralogie und Geologie. Er starb am 16. October im fast vollendeten 67. Lebensjahre.

Von ihren auswärtigen Mitgliedern und Correspondenten verlor die Societät in diesem Jahre durch den Tod:

den Schöpfer der Infusorienkunde, Geheimrath und Professor Christian Gottfried Ehrenberg in Berlin, gestorben am 27. Juni im 82. Lebensjahre;

den Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in Paris, Adolph Brongniart, gest. am 18. Februar im 75. Jahr;

den Gründer der Monumenta Germaniae historica, Oberregierungsrath und Oberbibliothekar G. H. Pertz in Berlin, gest. am 7. October im 82. Jahre,

den Geheimrath Christian Lassen, Professor der altindischen Sprache und Literatur in Bonn, gest. am 8. Mai im 76. Jahre;

den Begründer der romanischen Philologie Professor Friedrich Diez in Bonn, gest. am 29. Mai im 82. Jahre.

den Geheimrath und Professor der classischen Philologie Friedrich Ritschl in Leipzig, gest. am 8. November im 71. Jahre;

den Geheimen Bergrath Heinrich Credner in Halle, gest. am 28. September;

den böhmischen Geschichtsforscher Professor Franz Palacky in Prag, gest. am 26. Mai im 78. Jahre;

den Professor der indischen Sprachen Martin Haug in München, gest. am 3. Juni im 50. J.

Von der K. Societät neu erwählt wurden

Zu hiesigen ordentlichen Mitgliedern:

Hr. Carl von Seebach, } physikal. Classe.
Hr. Hans Hübner, }
Hr. Paul de Lagarde, histor.-philol. Classe.

Zu auswärtigen Mitgliedern:

Hr. Joh. Jap. Sm. Steenstrup in Kopenhagen, seit 1860 Correspondent,
Hr. Gabriel August Daubrée in Paris,
Hr. Carl Wilhelm Borchardt in Berlin, seit 1864 Correspondent,
Hr. Theodor Bergk in Bonn, seit 1860 Corr.,
Hr. August Friedrich Pott in Halle.

Zu Correspondenten.

Hr. Eugen F. von Gorup-Besanez in Erlangen.
Hr. Ignacio Domeyko in Santjago de Chile,
Hr. William Huggins in London.
Hr. Joseph Norman Lockyer in London,
Hr. Joseph Anton Ferdinand Plateau in Gent,
Hr. Heinrich Brunn in München,
Hr. Stephanos Cumanudes in Athen,
Hr. Reginald Stuart Poole in London,
Hr. Jul. Oppert in Paris.

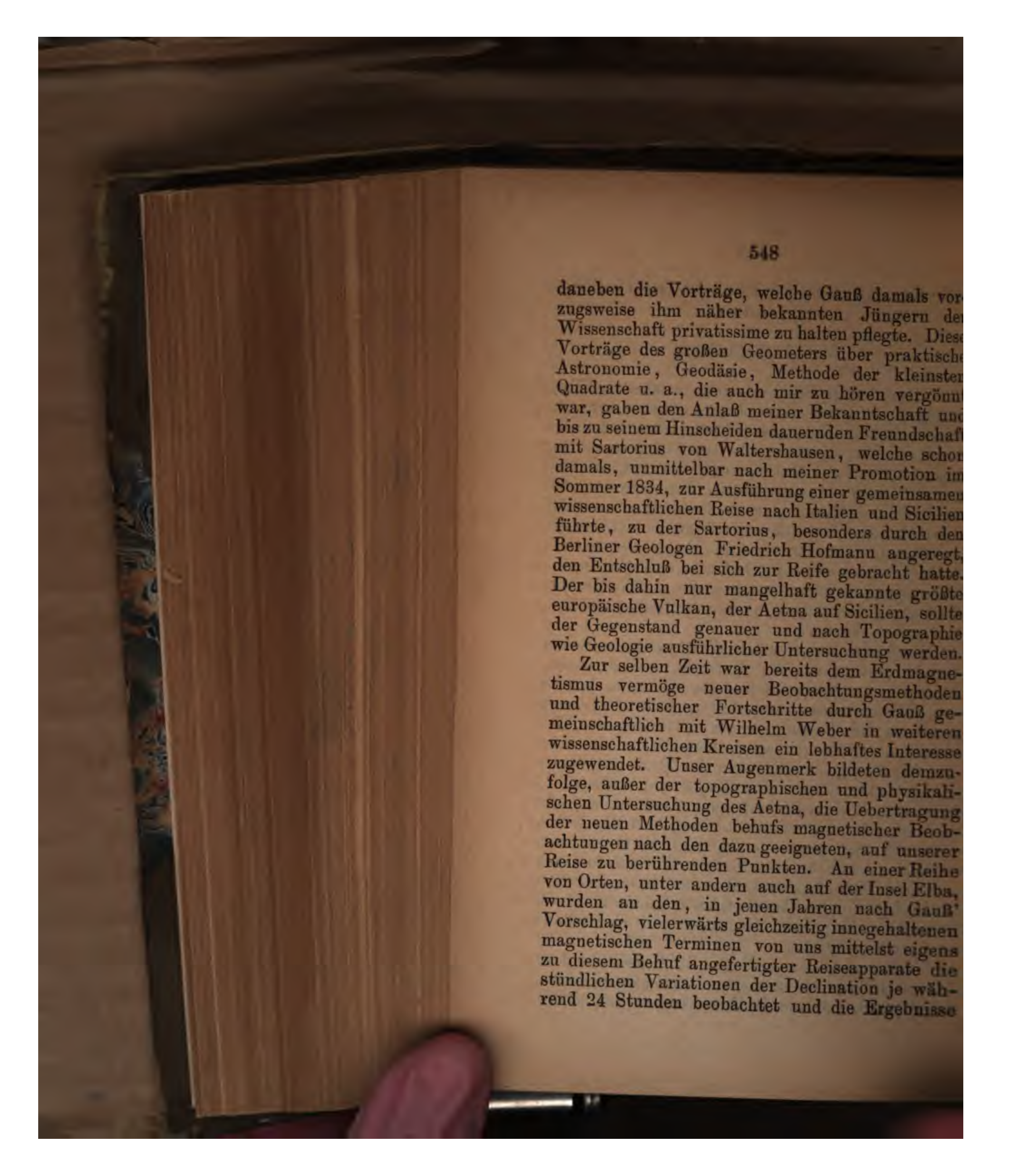
Zur Erinnerung an Sartorius von Waltershausen.

Von J. B. Listing.

Unter den großen Verlusten, welche die Wissenschaft im Laufe dieses Jahres erlitten hat, ist für die K. Gesellschaft der Wissenschaften keiner schmerzlicher gewesen, als der Tod ihres langjährigen Mitgliedes Wolfgang Sartorius Freiherr von Waltershausen. Er starb am 16. October, zwei Monate vor Vollendung seines 67. Lebensjahre. Es sei mir vergönnt, dem theueren Freunde und Studiengenossen einige Worte des Andenkens zu widmen, hoffend, daß später ein Fachgenosse des Verstorbenen eine ausführlichere Darlegung von dessen wissenschaftlicher Thätigkeit geben werde.

Wolfgang Sartorius von Waltershausen, Sohn des K. Hannoverschen Hofraths und hiesigen Professors der Staatswissenschaften Georg Sartorius von Waltershausen und dessen Frau Caroline, gebornen von Voigt, war zu Göttingen den 17. December 1809 geboren. Den Vornamen hat ihm Wolfgang von Göthe in der Taufe gegeben, mit dem die Eltern eine Reihe von Jahren in freundschaftlichen Beziehungen gestanden. Schon in seiner Jugend während seines Aufenthalts in Braunschweig, wo er das Herzogliche Carolinum besuchte, zeigte er entschiedene Vorliebe für exacte und Naturwissenschaften und besonders für Mineralogie. Damals schon hatte er eine ansehnliche Sammlung von Mineralien und Krystallen zu Stande gebracht.

Während seiner Göttinger Studienzeit in den Jahren 1832—34 widmete er sich seinen Lieblingsfächern fast nur in Privatstudien und hörte



daneben die Vorträge, welche Gauß damals vorzugsweise ihm näher bekannten Jüngern der Wissenschaft privatissime zu halten pflegte. Diese Vorträge des großen Geometers über praktische Astronomie, Geodäsie, Methode der kleinsten Quadrate u. a., die auch mir zu hören vergönnt war, gaben den Anlaß meiner Bekanntschaft und bis zu seinem Hinscheiden dauernden Freundschaft mit Sartorius von Waltershausen, welche schon damals, unmittelbar nach meiner Promotion im Sommer 1834, zur Ausführung einer gemeinsamen wissenschaftlichen Reise nach Italien und Sicilien führte, zu der Sartorius, besonders durch den Berliner Geologen Friedrich Hofmann angeregt, den Entschluß bei sich zur Reife gebracht hatte. Der bis dahin nur mangelhaft gekannte größte europäische Vulkan, der Aetna auf Sicilien, sollte der Gegenstand genauer und nach Topographie wie Geologie ausführlicher Untersuchung werden.

Zur selben Zeit war bereits dem Erdmagnetismus vermöge neuer Beobachtungsmethoden und theoretischer Fortschritte durch Gauß gemeinschaftlich mit Wilhelm Weber in weiteren wissenschaftlichen Kreisen ein lebhaftes Interesse zugewendet. Unser Augenmerk bildeten demzufolge, außer der topographischen und physikalischen Untersuchung des Aetna, die Uebertragung der neuen Methoden behufs magnetischer Beobachtungen nach den dazu geeigneten, auf unserer Reise zu berührenden Punkten. An einer Reihe von Orten, unter andern auch auf der Insel Elba, wurden an den, in jenen Jahren nach Gauß' Vorschlag, vielerwärts gleichzeitig innegehaltenen magnetischen Terminen von uns mittelst eigens zu diesem Behuf angefertigter Reiseapparate die stündlichen Variationen der Declination je während 24 Stunden beobachtet und die Ergebnisse

hierher an Gauß eingesendet. An denselben Orten wurden die zur Bestimmung der Intensität der horizontalen erdmagnetischen Kraft geeigneten comparativen Beobachtungen angestellt, denen durch die nur an Stationen längeren Aufenthalts ausführbaren vollständigen Messungen — auf den Sternwarten zu Mailand und Neapel sowie in Catania — der Rang absoluter Bestimmungen ertheilt werden konnte. Daneben wurden Inclinationsmessungen in Innsbruck, Mailand, Florenz, Neapel, Palermo nach eigenthümlicher Methode mittelst des sog. Oscillations-Inclinatoriums ausgeführt*).

Nach einem vollen auf Tyrol, Ober-, Mittel- und Unter-Italien verwendeten Jahre langten wir im Herbst 1835 in Sicilien an, wo unsere Thätigkeit außer auf magnetische Beobachtungen an verschiedenen Punkten der Insel auf den Hauptzweck, die Untersuchung des Aetna gerichtet war. Es galt zunächst eine vollständige Vermessung des vulkanischen Terrains von Catania aus, am Fuß des majestätischen Berges gelegen, vorzubereiten, welche in einer geodätischen Triangulation rings um den Kegel über ein nahe 30 Quadratmeilen betragendes Areal, und einer Basismessung bestehen sollte. Die Schwierigkeiten und der Umfang des Unternehmens, ohne Regierungsbeihülfe lediglich aus Sartorius' Privatmitteln bestritten, mußte auf vielfachen Ausflügen sowohl auf die Höhen des Vulkans als in die Umgebung kennen gelernt werden. Nach einem Besuch in Palermo während der Winter-

*) Von diesem auf den Erdmagnetismus bezüglichen Theil unserer Beschäftigung auf der italienischen Reise berichten theils die Astronom. Nachrichten, theils die verschiedenen Jahrgänge der von Gauß und Weber veröffentlichten »Resultate« des magnetischen Vereins.

monate wurden im Frühjahr 1836 vorläufige Bussol-Messungen zur Recognoscirung vorgenommen und die nöthigen Vorbereitungen zur Basis-Messung getroffen. Diese letztere kam in den Sommermonaten auf dem ausgedehnten östlichen Meeresstrande im Süden von Taormina zur Ausführung, wo wir zum Theil mit Beihülfe von Don Placido Tardy aus Messina, unter Anwendung eigenthümlicher Interstitial-Bestimmung und Benutzung localer Vortheile bei Allignement, Nivellirung der Mess-Stangen und Ablothung, eine zwei Kilometer lange geodätische Standlinie maßen. Es folgte ein mehrwöchentlicher Ausflug nach Messina und hierauf ein fast zweimonatlicher Aufenthalt auf der Casa Inglese in etwa dreifacher Höhe des Brockens auf dem Piano del Lago am Fuß des großen Hauptkraters behufs geologischer Sichtung und topographischer Detailaufnahme der obersten Bergregion und zum Theil des großartigen Einsturzbeckens des Val del Bove. Durch die oben beginnenden Schneefälle im October zur Rückkehr nach Catania veranlaßt, setzten wir die Recognoscirungs-Ausflüge in den tiefern Regionen fort.

In die in vollem Gang begriffenen Arbeiten aber trat gegen Ende des Jahres eine Unterbrechung der ernstlichsten Art. Sortorius erkrankte an einer Gehirnentzündung vielleicht in Folge der mannichfachen Anstrengungen und des Aufenthaltes in zwei so scharf contrastirenden Klimaten, wie sie ein Höhenunterschied von über 3 Kilometer bedingt. Die Krankheit schien der Sorgfalt der Aerzte wie der Pflege des Begleiters, in der ihn dortige Freunde aufs Treueste unterstützten, trotzen zu wollen. Das Leiden steigerte sich bis zu einem Anfall anscheinender Todeserstarrung. Im Kampfe mit der Verzweifelung

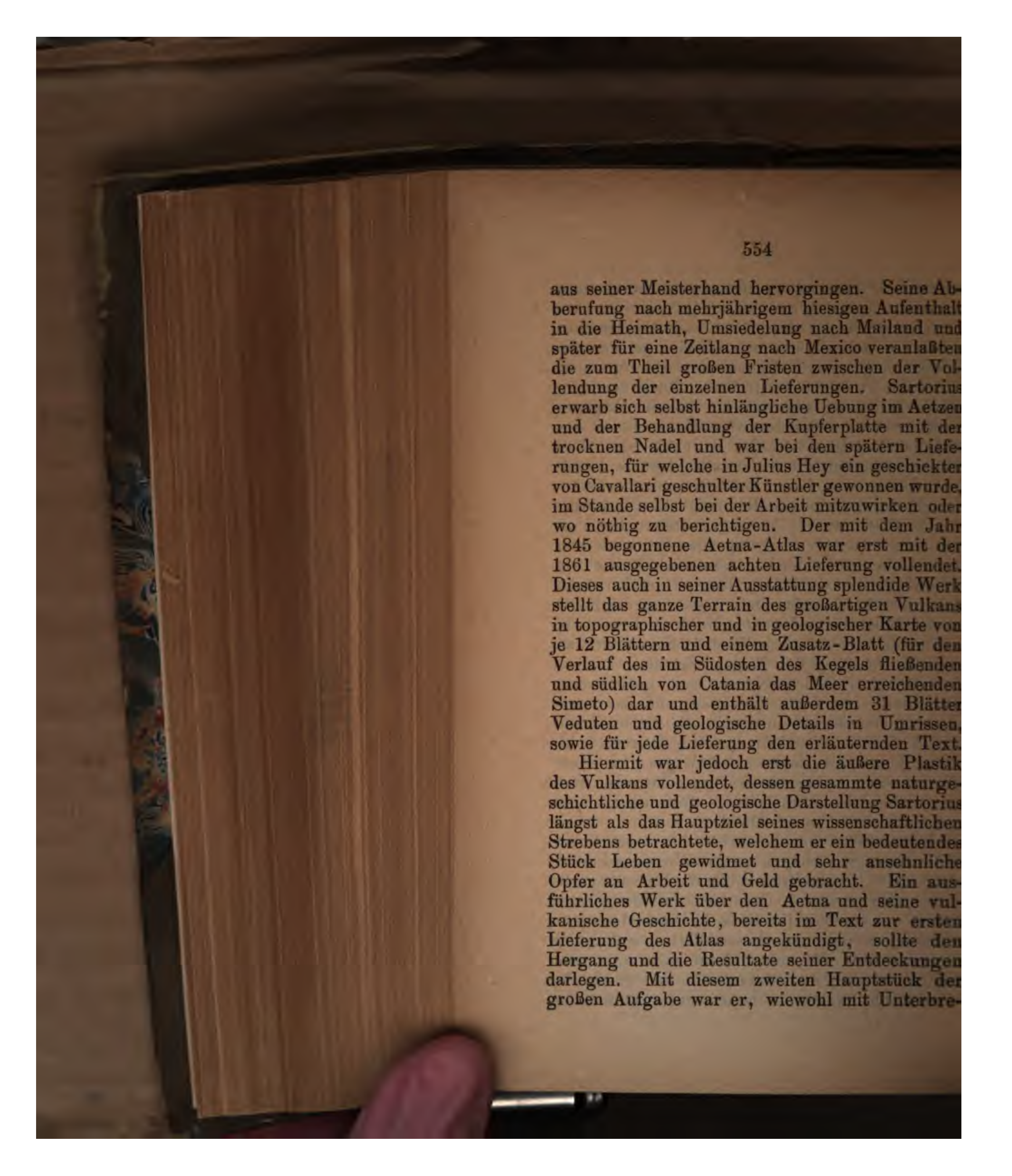
über das Ende des geliebten Freundes fern von der Heimath griff ich fast überlegungslos zu einem heroischen Mittel. Mit einer scharfen Bürste, die gerade zur Hand war, rieb ich die unteren Extremitäten des eben entseelt geglaubten Körpers bis zur sichtlichen Verletzung der Haut. Ob in Folge dessen oder sonstwie: der Kranke erwachte in den nächsten Minuten zu einem seltsamen schmerzlosen, fast hellsehenden Zustande, auf dessen Schilderung ich hier verzichten muß. Die früheren Stadien schwerer Erkrankung kehrten zwar wieder, aber die gefahrvolle Krisis war überwunden. Nach vielen Schwankungen wandte sich der Zustand allmälig zur Reconvalescenz, die bis in den April dauerte und während welcher ich selbst in Folge der aufregenden und anstrengenden Pflege auf mehrere Wochen erkrankte. Zur Wiederaufnahme der Arbeiten gebrach es noch an Kraft. Es kam hinzu, daß die Cholera, welche bereits in der schlimmsten Form in Neapel aufgetreten war, auch nach Sicilien verschleppt wurde. Bei Palermo beginnend drohte sie mit ihrem Besuch auf der Ostseite der Insel, Grund genug an die Rückkehr in die Heimath zu denken, welche ohnehin schon aus Anlaß der hundertjährigen Jubelfeier der Georgia Augusta im September 1837 beabsichtigt gewesen. Die Cholera hatte eine Rückkehr über Italien unmöglich gemacht, selbst nach Marseille fand sich keine Gelegenheit und nur durch die Bemühungen des preußischen Consuls Jäger in Messina gelang es eine nicht länger zu verschiebende Abreise von Sicilien zu ermöglichen, auf dem Wege nach Gibraltar, wohin uns ein dänisches Segelschiff absetzte, welches sicilianischen Wein nach Rio Janeiro führte. Außer Gibraltar auch Cadix und Lissabon besuchend, gingen wir

von Portugal mit englischem Dampfer über Cork in Irland nach Liverpool, und kehrten über Manchester, über den geognostisch interessanten Badeort Matlock in Derbyshire, über Birmingham und London, und von England über Hamburg nach Göttingen zurück.

War es für Sartorius nach so schwerer in Sicilien überstandener Krankheit zunächst sehr fraglich, ob er die dort begonnene Verfolgung des vorgesteckten Zieles wieder werde aufnehmen wollen, so gedieh doch durch seine allmälich volle Wiederherstellung hier in Göttingen, wobei die interessante Heimreise trotz durchlebter Seekrankheit von günstigem Einfluß gewesen sein mochte, der Gedanke an die Fortsetzung der Aetna-Arbeit zu neuer Reife. Meine unterdessen erfolgte Anstellung an der polytechnischen Schule zu Hannover, zu welcher die Anfrage bereits von Sicilien aus zusagend beantwortet worden war, trat seinem erneuten Entschlusse um so weniger zögernd in den Weg, als es gelang hierselbst den jungen Astronomen Peters aus Flensburg und in Frankfurt durch Mitwirkung des Ingenieurs Zobel, der 1835 eine Zeitlang thätigen Antheil an unseren sicilianischen Arbeiten genommen, den dortigen Architekten Roos für eine zweite Reise nach Catania und die Ausführung der definitiven, an die bereits gemessene Basis anzuknüpfenden Triangulation am Aetna zu gewinnen. Schon im folgenden Jahre wurde diese zweite Reise angetreten. Einen wichtigen und glücklichen Zuwachs an Beihülfe erwarb Sartorius in Sicilien selbst in Saverio Cavallari aus Palermo, einem in Archäologie und Architektur wie in der Technik des Zeichnens und des Kupferstiches gleich ausgezeichneten Künstler. Die Vermessung und topographische Detaillirung,

so wie die Herstellung der darauf beruhenden Specialkarte des Aetna nahm fünf Jahre in Anspruch. Diese im Jahre 1843 aus Sicilien mitgebrachte fertige Karte mit vollständiger Terrain-Schraffirung nach Lehmann'scher Manier ist im Maßstabe 1: 30000 ausgeführt. Nach umsichtiger Ueberlegung ergab sich, daß die Originalkarte, welche außer dem Oberflächen-Relief den Plan jeder Ortschaft, jedes Bauwerk oder Haus in geometrischer Treue darstellt, für die Veröffentlichung ohne Beeinträchtigung der Vollständigkeit des Details eine Reduction des Maßstabes von 1: 30000 auf 1: 50000 gestattete. Der Vortheil einer hieraus entspringenden Verminderung der Flächengröße der Karte im Verhältnisse von 25 auf 9 war evident. Ein zu publicirender Atlas des Aetna sollte lieferungsweise die Karte in 12 Blättern, jedes von Nord nach Süd 13 Kilometer, von Ost nach West 16 Kilometer umfassend, in doppelter Folge, einmal in bloßem Contour ohne Reliefzeichnung mit geologischer Colorirung als Carta Geologica und dann mit ausgeführtem Relief uncolorirt als Carta Topografica dell'Etna enthalten, sowie daneben zahlreiche Umriss-Ansichten des Berges und seiner Theile oder geologisch wichtiger Details, nach Aufnahmen der Mitarbeiter, großentheils aber von Sartorius' eigener Hand.

Diesen Plan hat Sartorius mit beharrlicher Willensenergie allmälich zur Ausführung gebracht, trotz der vielfachen Hindernisse die ihr verzögernd in den Weg traten. Cavallari, mit der ganzen Arbeit von der zweiten Reise her aufs Genaueste vertraut, siedelte zu diesem Behuf anfänglich allein, später mit seiner Familie zu uns nach Göttingen über und unternahm den Stich der Atlasblätter, welche in ungewohnter Vollendung



aus seiner Meisterhand hervorgingen. Seine Abberufung nach mehrjährigem hiesigen Aufenthalt in die Heimath, Umsiedelung nach Mailand und später für eine Zeitlang nach Mexico veranlaßten die zum Theil großen Fristen zwischen der Vollendung der einzelnen Lieferungen. Sartorius erwarb sich selbst hinlängliche Uebung im Aetzen und der Behandlung der Kupferplatte mit der trocknen Nadel und war bei den spätern Lieferungen, für welche in Julius Hey ein geschickter von Cavallari geschulter Künstler gewonnen wurde, im Stande selbst bei der Arbeit mitzuwirken oder wo nöthig zu berichtigen. Der mit dem Jahr 1845 begonnene Aetna-Atlas war erst mit der 1861 ausgegebenen achten Lieferung vollendet. Dieses auch in seiner Ausstattung splendide Werk stellt das ganze Terrain des großartigen Vulkans in topographischer und in geologischer Karte von je 12 Blättern und einem Zusatz-Blatt (für den Verlauf des im Südosten des Kegels fließenden und südlich von Catania das Meer erreichenden Simeto) dar und enthält außerdem 31 Blätter Veduten und geologische Details in Umrissen, sowie für jede Lieferung den erläuternden Text.

Hiermit war jedoch erst die äußere Plastik des Vulkans vollendet, dessen gesammte naturgeschichtliche und geologische Darstellung Sartorius längst als das Hauptziel seines wissenschaftlichen Strebens betrachtete, welchem er ein bedeutendes Stück Leben gewidmet und sehr ansehnliche Opfer an Arbeit und Geld gebracht. Ein ausführliches Werk über den Aetna und seine vulkanische Geschichte, bereits im Text zur ersten Lieferung des Atlas angekündigt, sollte den Hergang und die Resultate seiner Entdeckungen darlegen. Mit diesem zweiten Hauptstück der großen Aufgabe war er, wiewohl mit Unterbre-

chungen durch anderweitige Arbeiten oder durch Reisen, seit länger als 6 Jahren beschäftigt — leider ohne die Vollendung zu erleben. Von den hierfür vorhandenen Manuscripten ist ein großer Theil druckfertig und steht zu hoffen, daß die Ergänzung in Satorius' Sinne aus seinen hinterlassenen Papieren und demnächst die Herausgabe seines Aetna-Werkes gelingen werde.

Satorius von Waltershausen, dem nach unserer Rückkehr von der ersten italienischen Reise bei dem Jubiläum der Universität die philosophische Facultät das Ehren-Doctordiplom verliehen, erhielt 1847, nachdem er seine bedeutende Mineralien- und Krystallsammlung der Universität geschenkt hatte, den Titel eines Honorar-Professors, dem im folgenden Jahr die ordentliche Professur folgte. Elf Jahre später, nach Hausmann's Tode, erhielt er neben der ordentlichen Professur für Mineralogie und Geologie die Direction über die vereinigten Sammlungen als Abtheilung des academischen Museums.

Von Ehrenbezeugungen sind ihm zu Theil geworden: 1856 vom König von Dänemark Ernennung zum Ritter des Danebrogordens III. Cl. 1859 vom König Georg V. der Guelphen-Orden IV. Cl. 1872 von Kaiser und König Wilhelm der K. Preussische Kronen-Orden III. Cl. Er war Mitglied oder Ehrenmitglied oder Correspondent folgender gelehrter Körperschaften: Accademia delle Scienze di Palermo, Accademia Gioenia di Catania, Philosophical Society of Cambridge, K. K. Geographische Gesellschaft zu Wien, Naturhistorische Gesellschaft zu Hannover, Naturwissenschaftlicher Verein zu Hamburg, Royal Geological Society, London, Società Italiana, K. K. Geologische Reichsanstalt, Wien, Geologisch-geographische Gesellschaft zu Berlin, Accademia

Romana Pontificia d' Lincei zu Rom, Société Hollandaise des Sciences zu Haarlem.

Neben der großen vorhin umständlicher besprochenen Aetna-Arbeit sind von Satorius' wissenschaftlichen Productionen hervorzuheben:

»Ueber die submarinen vulkanischen Ausbrüche in der Tertiär-Formation des Val di Noto im Vergleich mit verwandten Erscheinungen am Aetna«

in den Göttinger Studien 1845. I., worin zuerst vom Palagonit die Rede ist.

»Physisch geographische Skizze von Island mit besonderer Rücksicht auf vulkanische Erscheinungen«

in den Göttinger Studien 1847. I.

und:

»Geologischer Atlas von Island« Göttingen 1853, enthaltend 25 Blätter Ansichten und geologische Details, von Sartorius von Waltershausen an Ort und Stelle gezeichnet, gestochen von Julius Hey. Die »Skizze« wie der »Atlas« sind das Ergebniß der Beobachtungen und Untersuchungen auf einer im Sommer 1846 zugleich mit Robert Bunsen und Carl Bergmann unternommenen Reise nach Island.

»Ueber die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island und ihre submarine Umbildung« Göttingen 1853.

Diese Schrift enthält die wichtige neue, auf zahlreiche Analysen und deren mathematische Discussion gegründete Theorie der Feldspathe.

»Untersuchungen über die Klimate der Gegenwart und der Vorwelt, mit besonderer Berücksichtigung der Gletscher-Erscheinungen in der Diluvialzeit.« Eine von der Holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem d. 18. Mai 1861 gekrönte

Preisschrift. Mit Abbildungen und zwei Tafeln. Haarlem 1865.

worin der bis jetzt noch herrschenden Annahme einer sog. Eiszeit gewichtige Argumente entgegengestellt werden.

»Ueber die Krystallform des Bors« im 7. Band der Abh. der K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1857.

Außer einer Anzahl anderer kleinerer Abhandlungen und Mittheilungen aus dem Gebiet der Mineralogie, Geographie und Physiographie in unseren »Nachrichten«, in Poggendorff's Annalen und anderen Zeitschriften, ist noch zu erwähnen die nach Gauß' Tode verfaßte Schrift

»Gauß zum Gedächtniß.« Leipzig bei Hirzel 1856.

auch ist ein von Sartorius über Gauß in einem gemischten Zuhörerkreis 1871 gehaltener Vortrag gedruckt.

Von Reisen zu wissenschaftlichen Zwecken ist noch anzuführen eine Reise nach England während der Sommer- und Herbstmonate 1845, sodann eine Reise nach Petersburg 1859, sowie wiederum nach Italien oder Sicilien in den Jahren 1861, 64 und 69. Letzterer Besuch in Sicilien galt einer nochmaligen ausführlichen topographischen und geologischen Revision speciell des Val di Bue, wo Sartorius der Eintragung des Terrains in dazu vorbereitete Specialblätter mit Auferlegung körperlicher Anstrengungen und Entbehrungen in einer der unwirthlichsten Regionen des Aetna-Terrains 3 bis 4000 Fuß hoch wochenlang oblag. Mit der Reinzeichnung war er nach der Rückkehr noch längere Zeit auch während der schon begonnenen letzten Krankheit eifrig beschäftigt.

Sein Leiden begann vor länger als einem Jahr

mit sporadischen Athmungsbeschwerden, die bei weiterem Fortschreiten bald als die Wirkung einer Herzentartung erkannt wurden. Der Verlauf des Leidens konnte aber durch aufmerksame Pflege, streng geregeltes körperliches Verhalten und zeitweise durch Eis-Auflagen sehr verlangsamt werden. Die vom Herzen ausgehenden Störungen des Gehirn-Kreislaufes verursachten indeß öfter kleine einseitige Lähmungsanfälle, welche durch Wiederholung zuletzt einen mehrere Tage dauernden bewußt- und schmerzlosen Zustand herbeiführten, den ein sanftes Hinscheiden am 16. Oct. 5 Uhr Morgens beschloß.

Die trauernden Hinterbliebenen, seine Gattin Emilie, geborne Lappenberg, mit der er 27 Jahre einer glücklichen Ehe verlebt, zwei Töchter und zwei Söhne — mit ihnen theilen wir Alle, die wir den Gatten und Vater kannten und liebten, den Schmerz um den herben Verlust.

Wir gedenken auch gern des rein Menschlichen im Manne der ernsten Wissenschaft. Sartorius hatte ein argloses kindliches Gemüth, das aber zugleich der Ermannung fähig war und, zumal wo es galt wohlzuthun und zu helfen, mit Begeisterung zur That schritt. Vorkommnisse der Art sind uns namentlich aus der Zeit des letzten Krieges in frischer Erinnerung. Aber auch poetisch muß sein Gemüth nennen wer ihm näher gestanden, wenn er auch mit der Kundgebung sehr zurückhaltend sein mochte. In Sachen der Kunst, namentlich der Architektur, der Plastik und Malerei, war durch Uebung auf Reisen sein Auge geübt und geschult, und seine Vorliebe für das Classische ausgeprägt, wobei die Stärke seiner Zu- wie Abneigung zuweilen ans Excentrische grenzen konnte. Sein gutes Gedächtniß hielt ihm bei socialen oder politischen

Anlässen den Blick ins Weite und auf die historischen Zusammenhänge offen, und sein starkes Gefühl für Recht und Gerechtigkeit war auch in weiteren Kreisen seiner Mitbürger bekannt und geschätzt.

Bewahren wir ihm ein warmes und dauerndes Andenken!

Das Buch von der englischen Staatskunst aus dem fünfzehnten Jahrhundert.

Von **R. Pauli.**

Die Geschichtsforschung steht in zu enger Beziehung mit einer Menge mehr oder weniger bearbeiteter Disciplinen, als daß sie auf Rath und Beihilfe der Sprach- Staats- Naturwissenschaften, der Philosophie verzichten und sich umgekehrt aller Streifzüge in das Gebiet dieser enthalten könnte. Es ist ja eben der Zweck eines Instituts wie des unserigen die innige Verwandtschaft aller geistigen und exacten Bestrebungen zu pflegen. Darum sei es mir denn auch gestattet am heutigen Tage von einem nicht ausschließlich in mein besonderes Fach gehörenden Schriftstück zu reden, das vielmehr nach verschiedenen Seiten, wie der äußeren Natur so der Sprache, der Völkerpsychologie, dem Völkerrecht und der Handelspolitik anklingt.

In dem ablaufenden Jahre ist an manchen, auch akademischen Stellen an das hundertjährige Gedächtniß der Epoche machenden Schrift über den Reichthum der Nationen von dem großen Schotten Adam Smith erinnert worden, der lange

Zeit gemeinhin als Begründer der Wissenschaft der politischen Oekonomie betrachtet wurde. Ohne seinem ehrenvollen Gedächtniß zu nahe zu treten wird es gerathen sein mit Roscher*) alles Spätere eine Fortentwicklung Adam Smith's zu nennen, alles Frühere dagegen als Vorbereitung zu seiner die Theorie wie die Praxis gleich sehr ergreifenden Lehre zu betrachten. Und gerade die Bewohner der britischen Reiche waren ja schon von lange her durch besondere Vergünstigungen der Natur wie der Geschichte, insonderheit seitdem sie früh den meisten modernen Nationen voraus die Natural- mit der Geldwirthschaft vertauschten, darauf hingewiesen, realistisch und empirisch, wie nun einmal ihre Art ist, über die Quellen des öffentlichen Wohlstands nachzudenken. Auch in diesen Gebieten wie in den der Naturforschung sind sie weniger auf Begründung fester dogmatischer Systeme als auf kühnes Bahnbrechen, auf Zusammenstellung, Sichtung, Läuterung reicher Materien und in letzter Linie mit praktisch nationalem Eigennutz auf Ausbeutung jener Vorzüge ihrer Weltstellung gerichtet. Es ist unvergessen, daß bei Stiftung der Royal Society durch Karl II neben Chemie, der Lieblingständelei dieses munteren genußliebenden Fürsten, und anderen exact naturwissenschaftlichen Gebieten, neben Harley, Boyle und dem grossen Newton auch die specielle und comparative Statistik zumal in Betreff der Bevölkerung und des Handels, was man in England bis auf Adam Smith wohl politische Arithmetik nannte, durch Männer wie Sir

*) Zur Geschichte der englischen Volkswirthschaftslehre (Abhandlungen der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss.) Leipzig 1851 S. 123. E. Nasse, Das hundertjährige Jubiläum der Schrift von Adam Smith über den Reichthum der Nationen, Preußische Jahrbücher XXXVIII., 384.

William Petty und Charles Davenant*) einen Platz gefunden und denselben seither auf der viel breiteren Basis volkswirthschaftlicher Entfaltung zugleich auch in Vertretung des historischen Gebiets immerdar behauptet hat. Ausdrücklich wandte sich die neu erweckte Forschung gerade auch denjenigen Naturgesetzen zu, auf welchen die menschliche Gesellschaft beruht, und bezeichnend wurde daher die junge Societät der Geheime Rath des Königs für Philosophie oder sein Parlament in Sachen der Natur genannt.**) Aber auch in der vorhergehenden Periode des starken Tudor Königthums wurde bereits über verwandte Gegenstände geforschst und geschrieben. Von welcher brennenden Bedeutung damals die Umwälzung im Grundbesitz und in dem Verhältniß zwischen Capital und Arbeit in Folge der Einschränkung der alten Feldgemeinschaft durch gewaltsame Einhegungen gewesen, hat in einer gelehrten Untersuchung vor nicht langer Zeit Erwin Nasse näher ausgeführt.***) Allein die Statuten wie die Protokolle der Parlamente sind in jenem Zeitalter angefüllt mit volkswirthschaftlichen Materien nicht nur nach der agrarischen Seite, sondern sie betreffen eben so gut Gewerbe- und Arbeitsordnungen und die Grundsätze, nach welchen der nationale Handel zu betreiben ist. Elisabeth erhielt eine Menge einschlagender Eingaben. Von ihrem Geheimen Rath wurde neben der großen Politik keine andere

*) Hallam, Introduction to the Literature of Europe IV, 216 ed. 1855. Roscher, Zur Geschichte 67. 107. Vgl. auch v. Noorden, Der Spanische Erbfolgekrieg I, 67.

**) v. Ranke, Sämmtliche Werke XVIII, 166.

***) Ueber die mittelalterliche Feldgemeinschaft und die Einhegungen des sechszehnten Jahrhunderts in England, Bonn 1869. 4°.

der öffentlichen Aufgaben schärfer im Auge behalten. Unter den mit Beschlag belegten Convoluten der gestürzten Minister Heinrich's VIII. eines Wolsey, Thomas Cromwell u. a. bewahrt das Staatsarchiv in London eine ganze Reihe zum Theil höchst merkwürdiger nationalökonomischer Abhandlungen, die, wie insular einseitig auch ihr Standpunkt sein mag, als Quellenmaterial zur Geschichte der älteren volkswirthschaftlichen Schule in England wohl gedruckt zu werden verdienen. Ich habe gelegentlich das eine oder andere Stück abgeschrieben oder ausgezogen, um, wenn die Engländer, wie es scheint, nicht dazu kommen, es irgend wie bei uns einmal durch den Druck zugänglich zu machen.

Allein noch frühere Vorläufer derselben Richtung begegnen dem Forscher auf abgelegenem Wege, darunter einer aus dem funfzehnten Jahrhundert gar in poetischer Form, der von sehr ursprünglicher Tendenz gerade jene vielseitigen Anklänge zeigt, aber, obwohl gedruckt, von der deutschen Forschung, wie ich sehe, bisher so gut wie gar nicht beachtet worden ist*).

The Libel of English Policy**), nach anderer Ueberlieferung the Bible of English Policy — es ist wohl keine Frage, daß Libel im Sinne von Tractat, Pamphlet das Richtige ist —

*) Er ist zwar in der Ausgabe von Hakluyt dem scharfen Blick von Sartorius-Lappenberg, Urkundliche Geschichte des Ursprungs der deutschen Hanse I, 289 N. 1 nicht entgangen, ohne daß freilich sein voller Werth durchschaut wäre.

**) Der volle Titel lautet: Here beginneth the prologe of the processe of the Libelle of Englyshe Polycye exhortynge alle Englande to kepe the see environ, and namelye the narowe see, shewynge whate profete cometh thereof, and also worshype and salvacioun to Englande and to alle Englyshe menne.

Das Buch von der englischen Staatskunst, in fünffüßigen paarweise gereimten Jamben, während der Prolog in der seit Chaucer beliebten siebenzeiligen Strophe abgefaßt ist, im Ganzen 1080 Verse, ist außer Vor- und Nachwort in zwölf Capitel eingetheilt und findet sich in einer Anzahl Handschriften, die nicht nur, wie bei englischen Manuscripten vor Einführung der Buchdruckerkunst durchweg der Fall ist, je nach der Bildungsstufe und der landschaftlichen Herkunft des Schreibers in Dialect, Orthographie, Reim und Wortlaut vielfach abweichen, sondern wegen jener doppelten Betitelung und wegen verschiedenartiger Widmung in den Schlußversen auf zwei bestimmte Gruppen zurückzuführen sind. So weit ich sehe, sind sie alle bereits auf Papier geschrieben. Der einen, offenbar der älteren Gruppe, gehört eine Handschrift der Bodleyschen Bibliothek Ms. Laud 704 an, nach welcher im Jahre 1861 Thomas Wright in Political Poems and Songs illustrating English History II, 157—205, einer Abtheilung der großen auf Staatskosten veranstalteten Sammlung von Quellenwerken des englischen Mittelalters, eine Ausgabe angefertigt hat, wie ihr auch ein viel älterer Abdruck, nämlich bei Richard Hakluyt, The Principal Navigations, Voyages, Traffiques and Discoveries of the English Nation I, 187—208 London 1600 Fol. beizuzählen ist. Die andere Gruppe ist durch drei Handschriften des Britischen Museums vertreten, von denen ich Ms. Cotton. Vitellius E. X schon im Jahre 1856 ausgezogen hatte, nunmehr aber nebst den beiden Mss. Harley 271 und 4011 wieder verglichen habe. Andere Exemplare, deren es vermuthlich noch mehrere gibt, sind mir bis jetzt nicht bekannt geworden.

Allein der Inhalt zunächst mit Rücksicht auf Zeit, Anlaß der Entstehung, auf die Beziehungen des Autors wird uns mehr interessieren. Wie im wortreichen Titel so wird im Prolog des weiteren ausgeführt, daß es die einzig wahre und unbedingt nothwendige Politik Englands sei das Meer, vorzüglich den schmalen Meersund eifersüchtig zu bewachen, der es vom Festland scheidet. Einst habe der große Kaiser Sigismund, als er bei Heinrich V. glorreichen Andenkens zum Besuch gewesen, ihn dringend ermahnt die Städte Calais und Dover, »die beiden Augen, mit denen er den Sundhütet«, fest zu halten. Sigismund verweilte aber, unter dem Vorwande zwischen Frankreich und England Frieden zu stiften in letzterem Lande vom 30. April bis zum 24. August 1416 und traf im September und October noch einmal mit seinem königlichen Gastfreunde in dessen Stadt Calais zu einem förmlichen Congreß zusammen*). Er wurde zum Kaiser gekrönt erst am 31. Mai 1433, nachdem Heinrich V. schon eilf Jahre todt war, und starb selber am 9. December 1437. Die ältere Aufzeichnung des Gedichts, wie sie sich bei Hakluyt und Wright findet, das Oxforder Ms., das, wenn nicht das Original, doch unmittelbare Abschrift desselben zu sein scheint, da ihm unverkennbar vom Verfasser selber herührende theils lateinisch, theils englisch abgefaßte Randgloßen beigegeben sind, läßt den Kaiser noch am Leben sein. Nach der jüngeren Gruppe ist er todt**). Die Schrift ist also jedenfalls vor Ende des Jahrs 1437 entstan-

*) Pauli, Geschichte von England V, 131 ff. Max Lenz, König Sigismund und Heinrich V. von England 89 ff.

**) Ms. Laud und Wright:
Whyche yet regneth, whan he was in this londe
Wyth kynge Herry the Vte.

den und erwähnt außerdem eingehend Ereignisse des Jahrs 1436 als jüngst vergangen. Im 4. Capitel nämlich wird auf den verfehlten Angriff angespielt, den Herzog Philipp von Burgund, nachdem er sich im Jahre 1435 vollständig von der englischen auf die französische Seite gewendet hatte, im Frühling 1436 gegen Calais unternahm, wobei seine Fläminger schmählich davon liefen, und auf den Rachezug, welchen Herzog Humphrey von Gloucester, der jüngste Bruder Heinrich's V. in der ersten Hälfte August 1436 in deren Land ausführte*). Endlich ist eine jener Glossen zum 8. Capitel ausdrücklich datiert: anno regis Henrici VI XIIII**). Das vierzehnte Regierungsjahr Heinrich's VI. aber endete mit dem 31. August 1436, so daß der Zeitpunkt fast bis auf Tag und Stunde fest stehn dürfte. Schon wandte sich in Frankreich das Blatt wider die englischen Eroberer. Im April desselben Jahrs war ihnen Paris entrissen worden. Unter einem minderjährigen, später irrsinnigen Fürsten begann daheim ein Ringkampf der Parteien, das erste Vorspiel zu den Rosenkriegen. Eine Zeit tiefster Erniedrigung im eigenen Lande und vor anderen auftretenden Staaten Europas war im Anzuge.

Hakluyt:
Which yet reigneth, when he was in this lond
With king Henry the fift.
Ms. Cotton Vitellius X:
For Segemonde the grete Emperoure
Of high renowne whan he was in this londe
With kynge Herry the fifte.
Ms. Harl. 271:
For Sigmond the gret and noble emperore
Which late reyned whan he was in this lond.

*) Pauli, Geschichte von England V, 248.

**) This tyme anno regis Henrici VI. XIIII°. was Hankyne Lyons archebere one the see, and afore Pety Pynson, Allas, allas! Wright p. 183.

Daher denn ein gewisser unruhiger, fast angstvoller Grundton in dem Libellus. Der Verfasser ist sich bewußt, daß seit dem Tode Heinrich's V. im Jahre 1422 und seitdem nun vollends am 14. September 1435 dessen einziger thatkräftiger Bruder der Herzog von Bedford, der Regent von Frankreich, gestorben, die Auflösung bisher großartiger, außerordentlicher Verhältnisse nicht mehr zu hemmen sein werde.

Es ist mir nicht gelungen die Person des Autors ausfindig zu machen. Indeß, wie sein Werk darthut, war er ein für die Zeit hoch gebildeter Mann, der sich fließend auszudrücken verstand und mit Absicht die poetische Form wählte, weil sie so viel leichter das Ohr der Leute traf. Die verhältnißmäßig große Anzahl von Abschriften bezeugt, daß er wenigstens hierin seinen Zweck nicht verfehlte. Ein warmer Patriot, der sich allem Anschein nach in der Welt gehörig umgesehen, hält er es für seine heilige Pflicht bei Zeiten auf die schwierig werdende auswärtige Lage des Vaterlands aufmerksam zu machen und pocht so dringend wie nur möglich auf den Schutz zur See, insonderheit im Canal. In der heimathlichen Geschichte wohl bewandert erinnert er nicht nur an die herrlichen Thaten zu Lande und zu Wasser, mit denen große Sieger wie Eduard III. und Heinrich V. die Franzosen bezwungen, sondern er weiß aus seiner Chronik*) von dem mächtigen Angelsachsen-Herrscher Eadgar, der im zehnten Jahrhundert regierte und sich eines Tags von acht Königen, seinen Lehns-

*) Die Glosse zum 11. Capitel: „Dicit chronica quod iste Edgarus etc. Wright p. 193. Auch schon bei Hakluyt p. 202. Es ist die Chronik des sog. Matthaeus von Westminster gemeint, vgl. Lappenberg, Geschichte v. England 1, 411.

trägern, rudern ließ und dabei selber das Steuer führte. Endlich fehlt es ihm nicht an einflußreichen Beziehnngen. Er beruft sich auf den Earl von Ormond*), den großen Grundherrn in Irland, der ihn versichert habe, daß er sich mit dem Aufwande eines einzigen Jahrs, welchen der Krieg in Frankreich verschlang, Irland in derselben Zeit zu unterwerfen getraue. Er wendet sich an Lords und Gemeine, deren er manche persönlich gekannt haben muß. Er citiert die Schrift eines Meister Richard Barnet über den Rückgang der dänischen Schiffahrt**), offenbar vor der auf dem Höhepunkt ihrer Seemacht stehenden deutschen Hanse, und blickt hoch empor zu dem großen Richard Whittington, welcher drei mal, zuletzt im Jahre 1419 Lord Mayor von London gewesen, »der Polarstern«, »die Sonne des englischen Handels«, wie er ihn nennt***). Er widmet in einem kurzen Epilog von zwei achtzeiligen Stanzen seinen Libellus einem Peer, dem weisen Lord Hungerford****), weil derselbe die Schrift gelesen und durchaus gebilligt habe. Erst die jüngere Gruppe der Handschriften redet statt des weltlichen Lords in der letzten völlig anders lautenden Stanze einen an der Spitze der

*) This lorde was the erle of Ormond, that told to me this mater etc. Glosse zum 9. Capitel, Wright p. 189. cf. Hakluyt p. 200.

**) A storye of destruccion of Denmarke for destruccion of her marchauntes by presidente of master Richarde Barnet shewynge in a rolle. Glosse zu Cap. 7. Wright p. 177. Dies hat Lappenberg l. c. übersehen, der die Dänen in den Reimen nicht erwähnt sein läßt.

***) Text und Glosse, Wright p. 178.

****) Walter de Hungerford wird nach Ausweis der königlichen Ausschreiben unter Heinrich VI. von 1426 bis 1449 in das Haus der Lords geladen', Nicolas, The Historic Peerage of England 260 ed. 1857. Wright p. 205 und Hakluyt p. 208.

Regierung stehenden hohen Kleriker an*), mit dem nur der Cardinal Henry Beaufort gemeint sein kann, der als leitendes Mitglied des Geheimen Raths bis an seinen Tod im Jahre 1447 für die Politik des Hauses Lancaster, dem er selber entstammte, energisch eintrat.

Ich will versuchen aus dem Gedankengange der namentlich auch durch glückliche und drastische Ausdrucksweise anziehenden Abhandlung das Wesentliche hervorzuheben. In Eduard's III. Tagen herrschte die stolze Tradition, daß, wie es in öffentlichen Acten heißt: Progenitores nostri reges Angliae domini maris et transmarini passagii totis temporibus extiterunt**). Diese Ueberzeugung, durch die Wechselfälle eines Jahrhunderts eher verstärkt als vermindert, steckt auch unserem Verfasser in Fleisch und Blut. So weist er denn gleich im Prolog, der das Thema zu allen nachfolgenden Variationen angibt, auf die blanken Goldmünzen, die Nobles oder Angelotten jener Regierung, hin, die in schönem Gepräge den König in einem Schiffe stehend, das Schwert in der Hand und damit die Herrschaft zur See beanspruchend darstellen. Aber es zerreißt ihm das Herz, wenn er gedenkt, wie wenig das im gegenwärtigen Augenblicke der Wirklichkeit entspricht. Da sind zunächst die Spanier, alte Gegner Englands und Bundesgenossen Frankreichs, die mit ihren Producten, deren lange Liste auch das Quecksilber nicht vergißt, ungehindert nach Brügge, dem großen Markt von Flandern, fahren, um daselbst für ihre heimathlichen Er-

*) Ms. Cotton Vitellius E. X. Harl. 271. 4011:
To the gret prelate, the heyghest so confessor,
The gret mayster of the gretest house,
Chef tresorere of the gret socoure,
Byshop, erle and baroun plentivous etc.

**) Rymer, Foedera II, 953 ed. nova Dec. 11. 1336.

zeugnisse die feinen und groben Tuche von Ypern und Cortryk einzuhandeln. Und diese Tuche werden doch vorzugsweise aus englischer Wolle angefertigt, denn, obwohl die Spanier sehr viel eigene ausführen, so eignet sich dieselbe, wie versichert wird, ohne Mischung mit der englischen schlechterdings nicht für die Fabrikation. Spanier und Fläminger aber bedürfen sich hierüber gegenseitig und halten aufs Engste zusammen. Sie sind Englands Feinde und zehren doch ungestört von dessen Gut. Man schneide ihnen daher die Wollzufuhr ab. Die englische Flotte im Canal wehre den Spaniern das Ansegeln des Swyneflusses und den flandrischen Schiffen das Salz aus der Bretagne und den schäumenden Wein von La Rochelle zu holen, und sie werden schon zu Kreuze kriechen. Es ist, als ob dem Dichter, was ja in zwei Menschenaltern wirklich eintreten sollte, ein Zusammenwachsen Spaniens und Flanderns als die allergefährlichste Eventualität vor der Seele stünde. Da ist ferner Portugal, dessen Ausfuhrartikel, den spanischen ähnlich, wieder einzeln aufgezählt werden, damals schon wie in neuerer Zeit gut Freund, d. h. abhängig vom Willen Englands. Aber warum nicht auch ihm die freie Fahrt nach Flandern versperren, wenn es gilt einen erklärten Widersacher niederzudrücken. Da ist drittens die Bretagne, die außer Salz und Wein wenig zu bieten hat, deren Einwohner aber auf dem Meere als die ärgsten Räuber und Diebe gefürchtet werden. Klagend wird an die energischen Maßregeln erinnert, mit denen einst König Eduard in seinen Tagen den Bretonenherzog und dessen Unterthanen zur Vernunft zu bringen verstand, so daß seine Kaufleute und die See vor Unfug gesichert waren. Und

nun gar die Schotten, die verhaßten, der englischen Obergewalt trotzig widerstrebenden Grenznachbaren, die ihre Rindshäute und Schaffelle ebenfalls vorzugsweise nach Flandern bringen um dafür armselige Kurzwaaren als Ballast zu erhandeln. Wie leicht doch wäre es ihnen die Wege zu weisen.

Die Reihe kommt nun an die Handelsleute von der Ostsee, bei welchen charakteristisch unterschieden wird zwischen den hochdeutschen Unterthanen des Hochmeisters in Preußen und den Osterlingen, d. h. den niederdeutsch redenden Genossen der Hanse, ohne welche beiden aber die Flanderer wahrhaftig verloren wären*). Gegen die letzteren bricht an dieser Stelle die bis dahin schon übel verhaltene Wuth unbehindert los, weil sie, in ihrem kleinen Lande von mächtigen Nachbaren umgeben, klug auf den Achseln zu tragen und von länger her den Welthandel viel besser auszubeuten wissen als irgend jemand sonst. Im Felde freilich reißen sie aus wie die Hasen, wie so eben noch vor dem Anmarsch des Herzogs von Gloucester. Was wären sie aber ohne das von den Hansen, insonderheit, wie neuerdings nachgewiesen worden, in Hamburg**) gebraute gute, billige Bier, an dem sie sich viehisch volltrinken. Was wären sie ohne preußische Speckseite, ohne schwedisches Eisen

*) Highe Duch men of Pruse.
And Esterlynges, whyche myghte not be forborne
Oute of Flaundres, but it were verrely lorne,
Wright 169 nach der Oxforder Handschrift. Ms. Cotton. Vitell. E. X. hat: high duche men of Spruce, eine damals in England öfter begegnende Schreibung.

**) Ueber den ungeheueren Aufschwung des dortigen Brauwesens in Folge des niederländischen Dursts Koppmann, Hamburgs Stellung in der Hanse. Hansische Geschichtsblätter Jahrgang 1875, S. 13.

und Kupfer, Pech, Thär, Flachs und Wachs, Holz aller Art, Pelzwaaren aus dem fernen Nordosten, ohne Kölner Zwirn, Leinwand, Barchend und Segeltuch. Und es wäre doch nichts leichter als ihnen die Ausfuhr der Erzeugnisse ihres Gewerbfleißes zur See gründlich zu legen — »wenn sie nun einmal,« wie es bezeichnend heißt, »nicht unsere Freunde sein wollen«.

Noch mehr kommt die prohibitorische Richtung des Autors an den Tag, sobald er auf den mediterranen Verkehr und die Handelsartikel der Genuesen, Venetianer und Florentiner eingeht, die zu seinem Verdruß auch lieber nach Brügge als in die englischen Häfen segeln. Fast hat er nur Spott übrig für die kostbaren Waaren des Orients, Specereien und Droguen*), süße Weine und allerhand Schachergut, ja, selbst Affen und langgeschwänzte Meerkatzen, welche von diesen Südländern für theueres Geld einfältigen Käufern aufgeschwätzt werden. Was Medecinalgewächse insbesondere betrifft, so biete das Naturreich in England genug um alle möglichen Krankheiten damit zu bekämpfen. Nur für den Zucker ist er dankbar, und der soll denn auch eine Ausnahme machen. Wenn nur die mittelländischen Galleeren für so viele andere unnütze und theuere Stoffe das Beste, um dessentwillen die fremde Schiffahrt von Alters her nach England trachtete, Zinn, Wolle, Tuch, die sogenannten englischen Stapelwaaren, nicht in Masse mit sich fortführten. Und noch mehr. Die Italiener wissen diesem Lande das Gold zu entziehen, »wie die Wespen den Bienen ihren

*) Das Oxforder Ms., Hakluyt p. 193 und Wright p. 173 irrig: Wythoute degrees fet fro beyonde the see. Das Richtige in Ms. Cotton Vitellius E. X Withoute drouggis fet und in Ms. Harl. 4011 Without thise drugges.

Honig aufsaugen«. Die Venetianer nämlich kaufen die rohe Wolle der Cotswold Triften in Gloucestershire und wo sie sonst im Lande am Besten ist auf Credit, schlagen sie daheim auf dem Rialto um guten Preis und gegen bares Geld wieder los und zahlen hinterdrein erst ihren englischen Gläubigern nach dem flandrischen Wechselcours mit 4 Pence im Goldnoble, d. h. mit einem Schilling im Pfund Gewinn. Die Florentiner aber, welche in Flandern und in London ihre Bankhäuser haben, besorgen eifrig dies saubere Wechselgeschäft oder besser gesagt den Wucher zu Englands Schaden, während allen englischen Unterthanen der Wucherzins bis zur reformierenden Gesetzgebung Heinrich's VIII noch streng verboten blieb. Dass nun ein ausgedehnter Verkehr der Art sehr nachtheilig wirken muß, liegt auf der Hand. Wie grob und unhöflich daher auch das Sprichwort lauten möge: »wir müssen uns die Nase mit unserem eigenen Aermel putzen«*, so lange man diese Fremdlinge unbehindert durch das Land reisen läßt um die werthvollsten Producte desselben an sich zu bringen und sie nicht nöthigt, wie doch die Engländer in Flandern thun müssen, in 40 Tagen aus- und in 40 Tagen wieder einzuladen, ziehen Land und Leute der eigenen Heimath den Kürzeren. Gibt es nicht genug zu thun für Englands Schiffahrt und Seehandel? Sollen sie etwa verkümmern wie die Dänemarks, dessen tapfere, einst weit hinaus erobernde Nation, obwohl nicht genannt, doch keinem anderen als der Deutschen Hanse nicht gewachsen ist und daher in Armuth verfällt? Warum wird nicht auf volle Reciprocität gedrun-

*) And thus they wold, if we will beleve,
Wypen our nose with our owne sleve. Wright, p. 173.

gen und den gewandten Südländern statt mit Geschenken und Gastereien mit derselben Zurückhaltung begegnet, wie sie daheim zu üben gewohnt sind*)? Auf den Brabanter Märkten tummeln sich Engländer, Franzosen, Lombarden und Genuesen, Catalanen und Spanier, Schotten und Iren Aber die ersteren, obgleich sie das Meiste herbeischaffen und gegen das meiste Geld wieder einkaufen, müssen in 14 Tagen ausräumen. Blieben sie fort, so würde das Geschäft ohne Weiteres stocken. Und überdies, was sie auf jenen Märkten einkaufen, kommt gar nicht einmal aus Brabant und Hennegau, aus Holland und Seeland, sondern wird in Landfracht zu Wagen aus Frankreich und Burgund, Köln und Kameryk herbeigeschafft. Allein allen Nebenbuhlern und ganz besonders den Flämingern kann doch wenigstens die Wiederausfuhr zur See verlegt werden, bis sie sich ihres Handels wegen freundlicher aufführen. Das große Staatssiegel Englands stellt, sagt unser Autor, wie alle Welt weiß, auf der einen Seite den Fürsten geharnischt auf einhersprengendem Roß dar, das Schwert in der Rechten; der Revers zeigt ihn mit Krone, Scepter und Reichsapfel auf dem Thron. Beides bedeutet gutes Regiment und Züchtigung. Darum herrsche denn auch das Schwert auf dem Wasser; Franzosen und Fläminger werden sich dann wohl hüten dort bewaffnet aufzutreten und unsere Schiffe auf der See ringsumher sicher fahren. »Aber was nützt der Epheukranz vor einer weinlosen Schenke«, wenn Seeräuber wie Hankyne Lyons und, wie die Glosse hinzusetzt, schon vor ihm Pety Pynson zur Schande der alten englischen Flagge die Weinzufuhr abfangen? Man will behaglich leben

*) Geftes and festes stopene oure policy, Wright p. 178.

und merkt nicht, daß die Lombarden, die so Manches dazu verschaffen, doch nur heuchlerische Freunde sind. So lange daher König und Parlament mit der gesetzlichen Ermächtigung zögern, wonach zwischen Freund und Feind unterschieden werden könne, so daß jener verschont und dieser ergriffen werde, ist an wahre Besserung solcher Zustände nicht zu denken.

In einer eigenthümlichen Abschweifung wendet sich hierauf der Verfasser zu dem zum großen Theil noch keineswegs unterworfenen Irland, dessen Rohproducte aus Viehzucht, Fischfang, Jagd er ausführlich zu nennen weiß, das in dem Rex Angliae und Dominus Hiberniae Einen Herrn und mit unvergleichlichen Häfen ausgestattet gar keine andere Bestimmung hat als mit England auch in der Seeherrschaft gemeinschaftliche Sache zu machen. Aber die wilden und faulen Iren wissen aus dem herrlichen Boden ihres Eilands, in welchem noch Gold und Silber gefunden wird, durchaus Nichts anzufangen. Dagegen hat England Mühe und Noth sie fest zu halten, daß sie nicht irgend einen ihrer struppigen Häuptlinge zum Könige ausrufen, um nur den kleinen Ostwinkel seiner Eroberung zu behaupten. Geht der verloren — und Jahr für Jahr schwindet in der That das Gebiet, welches Englands Herrschaft vorstellt, sichtlich dahin — dann schwebt auch das Bindeglied Wales in Gefahr, und Nichts hindert mehr das Zustandekommen einer Allianz geschworener Feinde wie Schottland, Spanien und die Bretagne. Man sieht, der Verfasser wirft angstvolle Blicke in zukünftige Eventualitäten, die im Laufe des folgenden Jahrhunderts nahe daran waren in Erfüllung zu gehn. Offenbar hat er diesem schwierigsten und dunkelsten Problem der englischen Politik schon

damals vom Standpunkt seiner national prohibitorischen Anschauung aus ernstes Nachdenken gewidmet, wie er denn auf eine andere Abhandlung anspielt, die er der speciell irischen Frage gewidmet habe*).

Schießlich ist noch von der Islandfahrt die Rede, die seit 12 Jahren, also seit 1424 Dank der Magnetnadel**) statt wie früher von Scarborough an der Ostküste aus nunmehr vorzüglich von dem rasch aufblühenden Bristol im Westen betrieben wird. Nur gehen viel zu viel Schiffe in den kalten Norden hinaus, die doch nicht alle nur mit Stockfisch beladen, sondern zum großen Theil in Ballast zurückkehren. Aber auch in diesem Stück gilt die eine Forderung scharf Wacht zu halten auf dem Meere und ganz vorzüglich im Canal zwischen Dover und Calais, wo niemand ohne Englands guten Willen passieren kann. Mit der frischen Angst vor Augen, welche seine Landsleute jüngst wegen der französischen und burgundischen Angriffe auf Harfleur, Rouen und Calais ausgestanden, ergreift den Verfasser, der auch in dieser Beziehung mit Wort und Schrift thätig zu sein sich rühmt, ein wahrer Schauder in dem Gedanken Calais könne einmal aus Nachlässigkeit verloren gehn. So feuert er denn seine Leser an, diesen Platz, der dem englischen Ufer unterworfen ist und den Kaiser Sigismund damals das kostbarste Juwel seines Gastfrundes nannte, so fest wie möglich zu halten.

Nach solcher Rundschau, die stets von den Producten und Handelsartikeln der einzelnen

*) Ffor myche thynge in my harte is hyde,
Whyche in anothere tretyse I caste to wrytte
... well shall it be detecte
In the lytele boke that I of spake.
Wrihgt, p. 187, 189.

**) by nedle and by stone, Wright p. 191.

Länder ausgeht, kommt er nun noch einmal zurück auf das Gepräge jener stattlichen Landesmünze, den gewappneten König auf einem Kriegsschiff, welches »die runde See« rings umfluthet. Ihm steht die seemächtige Bestimmung seiner Insel, die Pflicht auf ihrem Element alle ihre Feinde unerbittlich abzuwehren bereits in gleich fester Ueberzeugung vor der Seele wie Shakspere, der im Richard II, Act II, Scene 1 den alten Gaunt sagen läßt:

Dies gekrönte Eiland,
Dies Land der Majestät, der Sitz des Mars,
Dies zweite Eden, halbe Paradies,
Dies Bollwerk, das Natur für sich erbaut,
Der Ansteckung und Hand des Kriegs zu trotzen,
Dies Volk des Segens, diese kleine Welt,
Dies Kleinod, in die Silbersee gefaßt,
Die ihr den Dienst von einer Mauer leistet,
Von einem Graben, der das Haus vertheidigt
Vor weniger beglückter Länder Neid,
Der segensvolle Fleck, dies Reich, dies England.

Daher denn zum Schluß die schon Eingangs erwähnten Rückblicke in Englands Vergangenheit, der früzeitig und ahnungsvoll die maritime Bestimmung aufdämmerte, die ausführlichen Mittheilungen aus der Chronik von König Eadgar dem Angelsachsen, dessen Gedächtniß unter seinen Landsleuten fortlebt wie Cyrus bei den Persern, Karl bei den Franken und Romulus bei den Römern, die noch in aller Erinnerung lebendige Kunde, wie Eduard III Calais erobert und auf der Rhede von Sluys im Angesicht der flandrischen Küste die vereinigten Geschwader aller seiner Feinde geschlagen — in der That der erste große Sieg zur See, den die Geschichte der englischen Flotte zu berichten hat — wie

Heinrich V. mit seinen großen Kriegsfahrzeu-sich auf die Normandie geworfen und mit Hilfe seiner tapferen Helden das Meer frei gehalten um auf dem Festlande strahlende Erfolge zu erzielen. »Denn auch zur See hat es keinen mächtigeren Fürsten gegeben als ihn«, heißt es ausdrücklich*)· Er war in Wahrheit Herr der »runden See«, und England würde seinen Feinden gewachsen sein, wenn er noch am Leben wäre. Noch einmal zu guterletzt fällt der Blick des Autors auf Flandern, von dessen commerciellem Uebergewicht er vorzüglich die Heimath erlöst sehn möchte, das, wenn nicht anderswie, mit Gewalt zum Nachgeben gezwungen werden muß. »Das Ende des Kampfs ist der Friede sicherlich, denn Macht schafft schließlich Frieden«, sagt er, also »pax quaeritur bello«, wie Cromwell zwei Jahrhunderte später als Motto der Navigationsacte den Holländern zurief. Mit einer allgemeinen dringenden Ermahnung an Regierung und Volk, der auch die unerläßlichen frommen Phrasen nicht fehlen, mit der Entsendung des Buchs an seinen hohen Gönner schließt dieser merkwürdige, den Zeitpunkt nach allen Seiten hell beleuchtende, aber auch den vollen insularen Egoismus aussprechende Tractat.

Darf ich noch einige wenige Bemerkungen hinzufügen, so stimmt zunächst die Tendenz der Schrift auch darin durchaus zu ihrem Datum, daß der englische Handelsstand immer selbstthätiger werdend die großen Privilegien, nämlich

*) Henry the fifte, wyth whome alle my processe
Of this trewe boke of pure pollicie,
Of see kepynge, entendynge victorie,
I leve endely, for aboute in the see
No better was prince of strenuité.
Wright p. 200.

Zollfreiheiten und allerlei Erleichterung bei Ein- und Ausfuhr, welche fremde Kaufleute von früher her in England genossen und welche eben die Inferiorität des englischen Handels in Vergleich mit dem nord- und südeuropäischen Auslande immer empfindlicher zu Gemüthe führen mußten, möglichst einzuschränken, wenn nicht gar zu unterdrücken trachtete. Der Gesichtspunkt, von dem aus das geschah, war aber nicht minder monopolistisch als das Princip aller Corporationen, die im Mittelalter Handel trieben, oder späterhin der Spanier und Portugiesen bei Entdeckung neuer Welten. Sodann ist es besonders bemerkenswerth, daß sich derselbe Groll wie gegen die Flanderer und die Italiener nicht auch gegen die Deutschen entladet, die doch in ihrem Londoner Stahlhof seit Jahrhunderten die allerbeträchtlichsten, den Nachbaren in der City immer drückender gewordenen Vorrechte besaßen. Da es nun aber Thatsache ist, daß eben damals das eigentliche Haupt der englischen Regierung, der Cardinal Beaufort, die altverbrieften Rechte des deutschen Kaufmanns gegen die feindseligem Beschwerden des Engländer huldvoll schützte und neu bestätigte*), und die jüngere Gruppe der Handschriften den Libellus gerade diesem Lancaster zueignet, so wird der Verfasser desselben wohl unter solchen Politikern zu suchen sein, die mit den Stahlhofsgenossen auf leidlichem Fuße standen. Nur auf die Flanderer, nicht auf die Osterlinge ist er so böse. Endlich kann ich nicht umhin hervorzuheben, daß auch ein ganz unvergleichlicher Zeuge für die Schiffahrt der Deutschen

*) Rymer, Foedera X, 666, Juli 7. 1437, Bestätigung des Handelsvertrags vom 22. März 1436 vgl. Lappenberg, Urkundliche Geschichte des Hansischen Stahlhofs in London I, 47.

im XIV. und XV. Jahrhundert, das ganz kürzlich erst im Druck zugänglich gewordene niederdeutsche Seebuch, in welchem die verschiedenen Routen zwischen Gibraltar und dem Golf von Finnland mit den Angaben der natürlichen Stromläufe, der Strecken und Landmarken an den Küsten, der Klippen und Untiefen im Meere nach und nach zusammengetragen worden sind, nach sprachlichen Andeutungen und der vorwiegenden Richtung der Curse in Brügge entstanden ist, und Flandern ebenfalls als den Mittelpunkt des gesammten mitteleuropäischen maritimen Handelsverkehrs auffaßt*). Erst anderthalb Jahrhunderte später und unter der Einwirkung ganz anderer Kräfte sollte es den Engländern gelingen diesen Nebenbuhler abzuschütteln. Aber der instinctiv handelspolitische Blick, mit dem schon der anonyme Poet, ein nationaler naturwüchsiger Volkswirthschafter wie so viele nach ihm, ehe nur die europäische Volkswirthschaft aus ihrem mittelalterlichen Winterschlaf erwachte, bevor die neue Welt entdeckt war und das Edelmetall von dort wenigstens zum Theil die Preisverhältnisse wie den Handel Europas umwälzen half, auf allseitige Behauptung der seemächtigen Stellung seiner Heimath drang, seine scharfe Beobachtung der Anlagen und Tendenzen der rivalisierenden Nationen und die treffende Ahnung von dem, was die nächste Zukunft bringen mußte, erscheinen darum nicht minder beachtenswerth.

*) S. die Bemerkungen des Herausgebers K. Koppmann: Das Seebuch, herausgegeben vom Verein für niederdeutsche Sprachforschung, Bremen 1876, p. IX ff.

Universität.

Verzeichniß der vom 1. Juli 1875 bis Ende Juni 1876 vollzogenen philosophischen Promotionen.

(Fortsetzung).

11. 31. August Simon Peter Widman aus Frankfurt a. M.; Diss.: De finalium enuntiatorum usu Thucydideo.

12. 10. September Julius Wilhelm Brühl aus Warschau; Diss.: Die Constitution der ganz substituirten Amido- und Phenido-Säuren u. s. w.

13. 12. September Paul Emil O. Schilke aus Dirschau; Diss.: Die Newton'sche Erzeugungsweise der Kegelschnitte.

14. 13. September Heinr. Conr. Klinger aus Leipzig; Diss.: Ueber die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Phenyloxaminsäureäthyläther.

15. 18. September Maximilian Mandt aus Braubach a/Rhein; Diss.: Ueber die Einwirkung der Schwefelsäure auf eine Nitro- und entsprechende Amido-Verbindung eines trisubstituirten Benzols.

16. 27. September Paul Otto Albert Voss aus Bärwalde in der Mark; Diss.: Ueber die mechanischen Grundsätze und die mathematische Entwickelungsform Newton's in seinem Werke: Philosophiae naturalis principia mathematica.

17. 29. September Carl Ludwig Meyerheim aus Minden; Diss.: De Infinitivo Homerico capita III.

18. 19. October Moritz Nussbaum aus Warburg; Diss.: Observationes in Flavii Josephi antiquitates lib. XII, 3—XIII, 14.

(Fortsetzung folgt).

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

20. December. № 22. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung am 2. December.

Ist Rigveda III. 53, 19 *spandané* oder *syandané*, Rigveda IV. 3, 10 *áspandamâno* oder *ásyandamâno* zu lesen?

Von

Theodor Benfey.

§ 1.

In den beiden in der Ueberschrift erwähnten Versen haben die beiden Ausgaben von Max Müller, so wie die von Aufrecht *spandané* und *áspandamâno*, während Roth im Petersburger Wörterbuch *syandané* und *ásyandamâno* liest (vgl. dasselbe unter dem Worte *spandaná*, Bd. VII, col. 1355, Z. 5 v. u., und unter *spand* ebds. 1354, Z. 1 v. u.).

Bei der Aehnlichkeit der Buchstaben *p* und *y* ist die Verwechslung derselben in den Handschriften so häufig, daß deren Autorität, so bald Zweifel über die Richtigkeit des einen oder des andern entstehen, so gut wie gar nicht ins Gewicht fällt. Demnach ist der Umstand, daß

Codex Chambers 60 an der ersten Stelle *syandané*, an der zweiten *ásyandamâno* hat (vgl. Grassmann, Wörterbuch zum Rigveda, Col. 1615 und 1775 zu 299, 10), für die Entscheidung der Frage, ob in ihnen *p* oder *y* zu lesen sei, völlig unerheblich und an Grassmann's Stelle würde ich mich dadurch nicht haben bestimmen lassen das von ihm Col. 159 aufgenommene *áspandamâna* in den 'Nachträge und Verbesserungen' Col. 1742 zu 159, 21 und 159, 21, 22 ohne weiteres in *ásyandamâna* u. s. w. zu verändern.

§ 2.

Wenn keine anderen Hülfsmittel sich fänden, so würden wir diese, wie manche andre vedische Fragen, zur Zeit, und, wenn sich in Zukunft keine darbieten, für alle Ewigkeit, unbeantwortet lassen müssen. Glücklicherweise bietet aber Sâyaṇa's Commentar an der ersten Stelle, wie schon von Roth angemerkt ist, eine fast unbezweifelbare Entscheidung, wenigstens in so weit, als daraus zu entnehmen ist, wie Sâyaṇa gelesen hat. Da er aber, wenn gleich geistig nicht besonders hervorragend, doch ein höchst gelehrter in den vedischen Disciplinen bewanderter Mann war und die Veden sicher nicht bloß durch die schriftliche, sondern auch durch die mündliche Tradition kannte, in welcher eine Verwechslung von *y* mit *p* nicht möglich war, so ist kaum zu bezweifeln, daß die Leseart, welche sich aus seinem Commentar ergiebt, auch die der Diaskeuase war und also die einzig in deren Texte berechtigte. Eine weitre Stütze erhält diese dann durch die Interpretation und Uebersetzung dieses Verses, welche ich versuchen werde.

Etwas schwieriger steht es mit dem zweiten Verse. Sâyaṇa's Commentar könnte fast eben so gut auf der Leseweise mit *y* als mit *p* beruhen. Hier fällt nun die Interpretation des Verses ins Gewicht und diese entscheidet für die Leseweise, von der es wenigstens sehr wahrscheinlich ist, daß sie auch Sâyaṇa vorlag; diesen beiden Momenten dürfen wir wohl unbedenklich auch in diesem Verse eine Entscheidung entnehmen.

Im ersten Vers — um dies sogleich voraus zu schicken — ergiebt sich danach nicht *spandané*, sondern *syandané* als die richtige Leseart, im zweiten dagegen nicht *ásyandamâno*, sondern *áspandamâno*.

Erlauben wir uns dieses genauer auszuführen!

§ 3.

Der erste Vers III. 53,19 lautet:

abhí vyayasva khadirásya sấram
  ójo dhehi spandané (syandané) çiṃçápâyâm |
áksha vîḷo vîḷita vîḷayasva
  mâ yấmâd asmấd áva jîhipo naḥ || .

Zu dem in Frage kommenden Worte hat Sâyaṇa folgende Erklärung: *spandane* (oder *syandane*): *rathasya gamane sati*, d. h. 'im *spandana* (oder *syandana*) = wenn das Gehen des Wagens Statt findet'. Schon der Gebrauch des Wortes *rathasya* deutet an, daß Sâyaṇa an *syandana* 'Wagen' erinnert ward. Noch mehr spricht dafür die eigentliche Glosse zu *spandane* oder *syandane*, nämlich *gamane;* denn so konnte er schwerlich *spandané* auslegen, da *spand* im Dhâtupâṭha durch *kimciccalane* 'sich ein wenig bewegen' erklärt wird; dagegen wird *syand* von Sâyaṇa mehrfach durch *gam* 'gehen' glossirt (z. B. X. 22,4; I. 64,7).

Eine Erklärung und Uebersetzung des Verses wird uns aber auch zeigen, daß durch das Wort eine geringe Bewegung nicht ausgedrückt sein kann, sondern daß es entweder die Bedeutung 'Wagen' hat, die nur *syndaná* zukommt, oder die Bedeutung 'Eile', welche für das Verbum *syand*, eigentlich 'hinströmen, hinschießen' in den meisten Stellen nachgewiesen ist, für *spand* aber nie eintreten könnte.

Damit dies deutlicher hervortrete, erlaube ich mir den ganzen Vers zu übersetzen und zwar um so mehr, weil er mir von den bisherigen Erklärern und Uebersetzern nicht richtig aufgefaßt zu sein scheint. Dazu bedarf es jedoch, wie bei allen schwierigeren Vedenstellen, der Voraussendung einiger Erläuterungen.

vyâ, ursprünglich 'winden, flechten, drehen' (vgl. Fick, Vgl. Wörterbuch der Indogerm. Sprachen I[3], 203), dann in Sanskrit 'hüllen', hat hier, in der Verbindung mit der Präposition *abhí*, dieselbe Bedeutung, wie mit den Präpositionen *ápa*, *ápi*, *áva*, nämlich 'decken' (vgl. Ptsb. Wtbch. unter *vyâ* mit *ápa*, *ápi*, *áva*), mit *ábhi* also die Bedeutung 'bedecken, zudecken, draufstopfen' (vgl. die Bed. des dem *abhí* entsprechenden lateinischen *ob* in *ob-turare*, *ob-suere*, *ob-ex*). Das Medium von *vyâ* in *vyayasva* hat hier nicht die stärkste Reflexiv-Bedeutung, in welcher das Subject zugleich Object der Handlung ist, sondern die schwächere, im Sanskrit am häufigsten hervortretende, wo es nur die Beziehung der Handlung auf oder für den Handelnden bezeichnet, wo 'sich' im Sinne des Dativs zu fassen ist oder das Object des Handelnden dem Handelnden angehört (vgl. Pâṇini I. 3, 72 u. ff., insbesondre 75 *vrîhín sam yacchate* 'er bindet sich den (oder

'seinen') Reis', *vastram â yacchate*, 'er zieht sich das (oder 'sein') Kleid an').

khadirá ist ein sehr hartes Holz, aus welchem die Zapfen gemacht wurden, durch die das Rad an die Nabe befestigt ward; *sâra* bedeutet eigentlich 'Kraft', dann 'bestes' und in dieser Bedeutung nehme ich es hier, trotzdem daß sie häufig erst im späteren Sanskrit gebraucht wird.

abhí vyayasya khadirásya sấram übersetze ich demnach zunächst 'stopfe dir die Kraft des Khadira ein', d. h. deinen härtesten, besten Zapfen von Khadiraholz.

Die Worte dieses und des folgenden Stollens sind an Indra gerichtet und er wird darin gebeten, sorglich Vorkehrungen zu treffen, damit sein (der Voraussetzung gemäß) beabsichtigter Besuch bei dem ihm anrufenden keine Störung erleide. In diesem Stollen wird er aufgefordert, die Räder an seinem Wagen durch so harte Zapfen zu befestigen, daß unterweges keines derselben abrollen und seine Ankunft dadurch gehindert werden könne. Freilich sehr menschlich für den höchsten Gott des vedischen Olymps, aber ächt indogermanisch.

Bezüglich des zweiten Stollens muß ich mir eine Bemerkung in Bezug auf die Bedeutung verstatten, welche *syandana* hier hat. Es ist von dem Verbum *syand* 'strömen, hinschießen, laufen, eilen' durch das Suffix *ana* gebildet. Dieses gestaltet zunächst Adjectiva mit der Bedeutung: den Begriff des Verbum vollziehend, also 'strömend, hinschießend, laufend, eilend'. In dieser Bedeutung sind diese Nomina nach der Grammatik oxytonirt, wie hier *syand-aná* (vgl. Vollst. Gramm. § 294[1]) und Pâṇ. III. 2,148). Aus dem

1) So ist S. 145, Z. 1 v. u. statt '284' zu corrigiren

Adjectiv treten Nomina substantiva nach den bekannten Principien hervor, so im Msc. *syandaná* mit der Bedeutung 'Wagen' (der eilende κατ' ἐξοχήν) und einigen andern, die uns hier nicht interessiren; im Ntr. mit Abstractbedeutung: 'das strömende', d. h. eigentlich die Thätigkeit, welche den Character des Strömens hat und demgemäß mit dem Zustand des Strömens identisch wird: 'das Strömen, Hinschießen, Eilen, Eile'. In dieser Bedeutung nimmt Sâyaṇa das Wort an unsrer Stelle, wie man aus seiner Glossirung desselben durch *gamane* und die Supplirung von *sati* deutlich erkennt. Diese Bedeutung wird ihm auch in den einheimischen Lexicis gegeben und ist im Ptsb. Wtbch. durch mehrere Stellen, eine im Nirukta, belegt. Allein, wenn ein Wort auf *ana* die Abstractbedeutung annimmt, tritt, wie so häufig beim Wechsel der Bedeutung — insbesondere beim Uebertritt aus einer begrifflichen Categorie in eine andre, hier aus der der Nomina agentis in die der Nomina actionis und weiter des status — ein Wechsel des Accents ein; das Abstract auf *ana* wird nicht oxytonirt, sondern hat den Accent auf der Stammsilbe (vgl. Vollst. Gramm. § 389, 390, S. 146, Pâṇ. III. 3, 113; 114—117 und III. 2, 56; 65; 66), so z. B. *karaná*, adj. thuend, kunstfertig; sbst. ntr. *kárana*, That; *syandana* müßte also in dieser Bedeutung auf der ersten Silbe — *syándane* hier — acuirt sein. Freilich finden sich in den Veden bekanntlich nicht selten Abweichungen von den Accentregeln, welche in der Grammatik aufgestellt werden, und gerade in Bezug auf die hier erwähnten Nom. agentis auf *ana*, deren einige nicht oxytonirt sind, sondern wie die Abstracta den Accent auf der Stammsilbe haben, z. B. *tárhana*, zerschmetternd, auch *várdhana*,

stärkend, welches nach der Regel bei Pâṇ. III. 2, 149 (vgl. Schol.) oxytonirt sein müßte. Umgekehrt wechselt der Accent in der Abstractbedeutung nicht, wenn das Abstractum nicht ntr., sondern fem. wird (vgl. Vollst. Gramm. § 387, S. 146 Z. 1, so wie § 337 und 334; Pâṇ. III, 3, 107) z. B. im Veda *jaraṇá*, alternd, *jaraṇā́* f. das Alter. Auch finden sich manche Beispiele, in denen, trotz der categorischen Differenziirung und sonst regelmäßig eintretenden Accentwechsels, der letztere nicht statt findet. Es ist dies Folge davon, daß die categorische Differenziirung erst nach und nach zu vollem und wirksamem Sprachbewußtsein gelangt. Ehe dieses geschah, konnte sich die categorisch differente Bedeutung in einzelnen Fällen auch für die Aussprache mit dem ursprünglichen Accent schon so fest gesetzt haben, daß sie dem Wechsel widerstand. So ließe sich vermuthen, daß dies auch für *syandana* eingetreten war und dasselbe auch im Ntr. und in der Abstractbedeutung den ursprünglichen Accent bewahrt hätte. Dem gegenüber darf ich jedoch nicht verhehlen, daß mir, wenigstens bis jetzt, kein Fall erinnerlich ist, in welchem ein Abstract auf *ana* im Ntr. oxytonirt wäre. Ich würde mich daher bei weitem eher entschließen anzunehmen, daß der sicher häufige Gebrauch des Wortes *syandaná*, insbesondre in der Bedeutung 'Wagen', einen und den andern Recitirer vor der Zeit der Fixirung des Rigveda-Textes durch die Diaskeuase bewogen hat — etwa unwillkürlich — die Accentuation *syándana* in *syandaná* umzuändern. Doch wage ich noch nicht das zu entscheiden und zwar um so weniger, da ich zwar hier die Bedeutung 'Eile' vorziehe, aber

nicht verkenne, daß wohl auch die Bedeutung 'Wagen' Sinn giebt.

Was das Wort *çiçápâ* betrifft, so bezeichnet es, ähnlich wie *khadira*, einen starken Baum, aus welchem die Radscheibe gemacht ward (s. Sâyaṇa).

Den Locativ in *syandané* fasse ich als den der Richtung. Will man die Bedeutung 'Wagen' behaupten, dann wäre dieser Stollen zu übersetzen:

'Lege Kraft in die (aus) *Çinçapâ* (-Holz gemachte Radscheibe) für den Wagen'.

Giebt man *syandané* dagegen die Bed. 'das Hinschießen, Eilen, schnelle Fahrt', dann steht der Locativ der Richtung, welcher thatsächlich nicht selten mit dem Dativ zusammenfällt, im Sinne des Infinitivs. In diesem Falle übersetze ich:

'Lege Kraft in die (aus) *Çinçapâ* (-Holz gemachte Radscheibe) für schnelle Fahrt (d. h. auf daß die Räder schnell zu fahren im Stande sind)'.

Daß die letztere Auffassung angemessener sein würde, bedarf wohl keiner Ausführung; denn die Erwähnung des Wagens ist wenigstens sehr überflüssig, da Zapfen und Radscheibe hinlänglich zeigen, daß von ihm die Rede ist.

Nachdem der Dichter im ersten Halbvers den Gott selbst gebeten habe, Vorbereitungen zu treffen, damit seine Absicht zu kommen, nicht durch Mangel an Sorgfalt eine Störung erleide, wendet er sich im zweiten mit ähnlicher Bitte an die Achse des Wagens. *vîḷayasva*, eigentlich 'mache dich stark' nehme ich im Sinne von 'erweise dich stark', etwa 'halte dich brav'. *mâ* mit dem Indicativ des Aorist *jîhipas* können wir als vetativen Imperativ, also selbständig fassen,

oder in der Bedeutung 'damit nicht' von *vîla-yasva* abhängig machen; mit *jîhipas* Aor. des Causals *hâpaya* 'machen daß Jemand verlassen, beraubt sei von ...', bedeutet es also 'mache nicht daß wir beraubt werden', oder 'damit du nicht machest daß wir beraubt werden'. Ich ziehe die letztere Fassung vor, damit die Achse nicht gewissermaßen auf gleiche Stufe mit dem Gotte gestellt scheine. In der letzteren Auffassung ist nämlich *mấ ... naḥ* nur eine Erläuterung 'halte dich brav, damit du uns nicht um den uns zugedachten Besuch des Gottes bringst'. Uebersetzt man dagegen: halte dich brav! bringe uns nicht um den Besuch!', dann würde der Eindruck hervorgebracht, als ob die Achse durch ihren eignen Willen dazu bestimmt werden könne den Besuch zu hindern und dies gegen den Willen des Gottes auszuführen vermöchte.

Den ganzen Vers übersetze ich also:

'Stopf ein den besten Khadira! lege Kraft in die Çinçapâ zu schneller Fahrt! Achse! du starke, dauerhaft gebaute, halte dich brav, damit du uns dieser Fahrt nicht beraubest' (d. h. uns nicht um diesen von Indra beabsichtigten Besuch bei unserm Opfer bringst).

§ 4.

Die zweite Stelle Rv. IV. 3,10 lautet:

ṛiténa hí shmâ vṛishabháç cid aktáḥ |
púmâ̆ agníḥ páyasâ pṛishṭhyèna (zu lesen: pṛishṭhíena)
áspandamâno (ásyandamâno) acarad vayodhấ
vṛ́shâ çukrám duduhé pṛ́çnir û́dhaḥ ||

Sâyaṇa's Commentar ist, wie bemerkt, in Bezug auf die Leseart, welche ihm vorlag, nicht

ganz entscheidend. Er glossirt das fragliche Wort durch *ekatrâvasthitaḥ*, d. h. 'an einem und demselben Orte bleibend'.

Wenn Sâyaṇa, unter dessen Hülfsmitteln der Dhâtupâṭha eine Hauptstelle einnimmt, sich darauf beschränkte, die Wörter, welche von *syand* abstammen, durch *prasravaṇe*, wie der Dhâtup., oder durch Ableitungen von *pra sru* 'hervorströmen, ausströmen' zu glossiren, dann würde ich unbedenklich mich dahin entscheiden, daß ihm *ásyand*⁰, mit *y*, nicht vorgelegen haben könne; denn zwischen 'nicht hervorströmend' und 'an einem und demselben Orte bleibend' (beruhend in diesem Fall auf der etymologischen Uebersetzung 'nicht hervorströmend') werden auch die gewaltsamsten Mittel nicht vermögen eine Brücke zu schlagen.

Allein er glossirt die hieher gehörigen Wörter auch durch andre Wörter. So zunächst durch *âçu gam*' 'schnell gehen', z. B. V. 53, 7. Aber auch wenn er das fragliche Wort etymologisch durch 'nicht schnell gehend' gefaßt hätte, würde sich die Glosse 'an einem und demselben Orte bleibend' daraus noch nicht erklären lassen.

Endlich erklärt er jedoch die zu *syand* gehörigen Wörter auch durch *gam*, 'gehen' überhaupt, z. B. X. 22,4 und *syad* in *raghu-shyad* I. 64, 7, und es ist nicht in Abrede zu stellen, daß, wenn er das Wort etymologisch 'nicht (weg)gehend' übersetzte, es, zumal bei der indischen, und gerade in den Veden hervortretenden, Neigung Wörter mit dem *a* privativum (eigentlich sollte man sagen: dem den Gegensatz ausdrückenden *an*) statt der positiven zu gebrauchen, um dem auszudrückenden die schärfste Position zu geben, recht gut mit 'an einem und demselben Worte bleibend' identificirt werden

konnte. Von diesem Gesichtspunkte aus konnte er also in der That *ásyandamâno* vor Augen haben.

Allein dieselbe Bedeutung ergab sich auch — und wie mir scheint, noch besser — wenn er *áspandamâno* vor Augen hatte. Denn *spand* wird im Dhâtupaṭha durch *kimciccalane* 'sich ein wenig bewegen' erklärt. Uebersetzte er danach das fragliche Wort durch 'sich nicht ein wenig (d. h. nicht im Geringsten) bewegend', dann deckt sich die etymologische Fassung vollständig mit seiner Glosse 'an einem und demselben Orte bleibend' (vgl. *a-spanda* in der Bed. 'unbeweglich' im Ptsb. Wtbch. unter *spanda* VI. 1355, Z. 28), und es wird dadurch wahrscheinlich — vielleicht schon sehr wahrscheinlich, ja, auf die eben angeführte Bed. von *aspanda* gestützt, glaube ich: unzweifelhaft — daß er nicht *ásyand*°, sondern einzig *áspand*° vor Augen haben konnte.

Freilich möchte einem oder dem anderen auch hierdurch die Möglichkeit noch nicht ganz ausgeschlossen scheinen, daß Sâyaṇa *ásyandamâno* gelesen habe. Ich will deshalb versuchen zu zeigen, daß eine richtige Uebersetzung *áspandamâno* als ursprüngliches Wort voraussetzt. Wenn das gelingt, wird wohl kaum mehr ein Zweifel aufkommen können, daß auch Sâyaṇa's Text es hatte. Allein ob es mir gelingt, alle Leser davon zu überzeugen, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu behaupten. Denn ich werde in einigen Punkten von der bisherigen Uebersetzung und Auffassung einiger Wörter abweichen, und die Gründe, welche mich dazu bestimmen, sind principieller Art die Principien aber, auf denen sie beruhen, zwar in meinen Vorlesungen aber noch nicht in meinen Schrif-

ten behandelt. Sie hier zu entwickeln, würde jedoch einen zu großen Raum einnehmen.

§ 5.

Lassen wir zunächst das fragliche Wort unberücksichtigt und suchen uns den übrigen Inhalt des Verses klar zu machen; wenn dies geschehen, wird sich die Bedeutung, welche es hat, wohl mit größerer Leichtigkeit bestimmen lassen.

Die verallgemeinernde Bedeutung von *cid* ist schon bekannt; wenn gleich es hinter *vṛishabhás* steht, so gehört es dennoch dem Sinne nach zu *aktás*; wörtlich würden beide Wörter zu übersetzen sein: gesalbt seiend irgend, d. h. 'immer oder jedesmal, wenn er (Agni) gesalbt wird; *pṛishṭhía*, gebildet aus *pṛishṭhá* durch das Suff. *ia* (für ursprüngliches *îa*) ist eigentlich 'dem Rücken angehörig, dem Rücken zukommend, auf den Rücken zu gießend; *îa* ist wesentlich in demselben Sinn gebraucht, wie in der Bildung der sogenannten Ptcpia Fut. Pass. auf *anîya* statt *anîa* (für *ana* + *îa*), *tavya* (für *tu* + *ia*) — aus Nominibus actionis auf *ana* und *tu* (vgl. z. B. *yajń-íya* für *yajńá* + *îa* mit *yajanîya*) — und *ya* (für *ia*). Die auf den Rücken des Agni zu gießende Milch (*páyas*) bezeichnet die geschmolzene Butter, welche das Hauptingredienz des Opfers bildet und auf das Opferfeuer — dessen Personification Agni ist, also gewissermaßen auf Agni's Rücken — gegossen wird; *vayodhâs* ist nicht als Epitheton des Agni zu fassen, sondern als Ergänzung von *carati* er geht als vayodhâs, d. h. um sich als *vayodhâs* zu erweisen. Die Inder haben in Folge dessen, daß sie eine Prosa so gut wie gar nicht ausbildeten, nur parataktischen Satzbau entwickelt, aber die parataktisch gebrauchten Wör-

ter sind in vielen Fällen, welche sich vorzugsweise aus den Gesetzen der Wortordnung erkennen lassen, syntaktisch zu fassen; *vayodhā́s* 'Kraft spendend' nehme ich hier im Sinne von Lebenskraft spendend; dafür sprechen die übrigen in diesem Verse gehäuften Epitheta des Agni: *vṛishabás* Bulle (d. h. zeugungsfähig wie ein Bulle), *púmân*, Mann (d. h. Manneskraft habend) *vṛíshâ*, Stier, welche ihn als Samenreich bezeichnen und die ausdrückliche Angabe im vierten Stollen *vṛíshâ çukrám duduhé*, daß der Stier (d. i. Agni) den Samen aus sich (oder seinen Samen) gemolken hat, d. h. den Keim des Lebens, die Fähigkeit zur Existenz zu gelangen gespendet hat; damit ist der in den Veden oft hervortretende Gedanke ausgesprochen, daß alles Leben dem Opfer verdankt wird. Während nun von Agni gesagt wird, daß durch ihn die Wesen zur Existenz gelangen, heißt es von *pṛíçni*, der Kuh: *pṛíçnir* (sc. *duduhe*) *ū́dhaḥ*: die Kuh hat ihr Euter gemolken. Es ist bekannt, daß in den Veden die Wolken als Kühe, der Regen als Milch vorgestellt wird. Der Sinn ist also: Agni giebt die Kraft, durch welche Wesen zur Existenz gelangen können; Pṛiçni diesen, gewissermaßen Embryonen, die Kraft sich zu vollem Leben zu entfalten. Da die Inder schon in den Veden und in ihrer ganzen späteren Literatur es geliebt haben doppelt- und vielsinnige Sätze zu bilden, so liegt hier vielleicht zugleich der Gedanke zu Grunde, daß das Feuer das Leben weckt, das Wasser es nährt und fördert. Zu beachten ist noch, daß der Stier und die Kuh sich auf das Opferfeuer und die hineingegossene Butter beziehen; beide: Agni und Pṛiçni sind auf diese Weise innigst verbunden, als wären sie gepaart.

Diesen Erläuterungen gemäß übersetze ich den Vers, abgesehen von dem fraglichen Worte:

Denn jedesmal wenn (oder: wenn immer) der Bulle, der Mann (-eskräftige) Agni dem heiligen Brauch gemäß mit der auf seinen Rücken zu gießenden Milch gesalbt ward, ging er als Lebenskraft spendender (d. h. um Lebenskraft zu spenden): der Stier hat (dann) seinen Samen (aus)gemolken, die Pṛçni ihr Euter.

Das fragliche Wort steht vor *acarat* und nach den Gesetzen der indogermanischen Wortstellung, welche im Sanskrit — selbst trotz des Metrums — und im Latein am treuesten bewahrt ist, ist das voranstehende Wort die Determination oder Specialisirung des folgenden (z. B. in 'Euripides Vater' ist der allgemeine Begriff 'Vater' durch Euripides' determinirt oder specialisirt). Denken wir uns nun das fragliche Wort habe *ásyandamâno* gelautet, so würde nach obigem in Verbindung mit *acarat* zu übersetzen sein: 'er ging nicht fließend' oder 'nicht laufend', oder 'nicht gehend', wir würden sagen 'ohne zu fließen, zu laufen, zu gehen'. Ueber diese Auffassung ist wohl kein Wort weiter zu verlieren. Wollen wir das *a* privativum in gegensätzlicher Bed. nehmen, so ist das nur in dem zweiten und dritten Fall möglich. Im zweiten würde der Gegensatz 'langsam' sein; daß auch das gar nicht passen würde, bedarf ebenfalls keiner Bemerkung. Der dritte Fall würde als Gegensatz 'an demselben Orte bleibend' haben, und wie wir schon gesehen haben die Auffassung gewähren, welche Sâyaṇa darbietet, sich aber wie wir erkannt haben viel besser an die Leseart *áspandamâno* schließen.

Uebersetzen wir danach, so würde es heißen: ... ging er ohne seinen Platz zu verlassen; ich habe zuerst geglaubt, diese Auffassung aufrecht halten zu können und erklärte sie aus der vedischen Neigung Gegensätze zu verbinden, wie z. B. I. 24, 8 *apáde pā́dâ prátidhâtave kar*, 'er machte daß die fußlose (Sonne) Füße aufstemmen konnte' (für 'daß sie in der Luft sich halten konnte, wie einer dessen Füße auf einer Stütze ruhen'), vgl. auch I. 185, 2; ich nahm an, daß der Dichter damit sagen wollte, daß Agni, trotzdem daß er als Opferfeuer auf dem Altar bleibt, doch zugleich als Gott weggeht um Lebenskraft zu spenden. Doch schien mir später eine andre viel bessere Bedeutung durch *spand* dargeboten zu werden; *spand* erscheint im Sanskrit zwar nur in der Bed. zucken, zittern; die diesem zu Grunde liegende Bed. ist aber wie der Dhâtup. mit Recht annimmt, 'sich ein wenig bewegen'; daraus dann 'sich hin und her bewegen', 'schwanken', welches in dem entsprechenden lateinischen: *pendĕre* 'schwanken lassen' und *pendêre* 'hangen' hervortritt (Fick Vgl. Wtbch. d. Indog. Spr. I[3], 252). Ich für meine Person halte es nun nicht für zu gewagt — und Niemand, welcher die vedische Sprache kennt, kann daran einen Anstoß finden, geben wir doch dem Verbum und Nomen *spaç* mit unzweifelbaren Recht die Bed. sehen', von welcher kein Inder auch nur noch eine Ahnung hat (vgl. den Aufsatz über *spâç*) — diese Bedeutung auch hier anzunehmen und übersetze danach 'ohne zu schwanken' und erkläre dieses durch 'ohne Zaudern'. Danach übersetze ich:

Denn jedesmal, wenn (oder: wenn immer) der Bulle, der Mann (-eskräftige)

Agni dem heiligen Gebrauch gemäß mit der auf seinen Rücken zu gießenden Milch gesalbt ward, ging er ohne Zaudern um Lebenskraft zu spenden: der Stier hat seinen Samen ausgemolken, Priçni (oder die Kuh) ihr Euter.

Ist diese Uebersetzung des fraglichen Wortes zu billigen, dann kann nur *áspandamâno* richtig sein.

Nachschrift.

In dem Augenblick, wo ich diesen Aufsatz zum Druck gebe, erhalte ich von meinem geehrten Freunde, dem Herrn Professor Max Müller, einen Brief, in welchem er mir mittheilt, daß ihm Bühler 'so eben' ein altes Manuscript des Rigveda gesandt habe, welches er in Kaschmir entdeckt hat. In der Schrift desselben ist keine Verwechslung von *sp* und *sy* möglich und es hat deutlich *spandane* und *aspandamâno*. Es bestätigt somit das Ergebniß dieses Aufsatzes in Bezug auf *áspandamâno*, steht aber damit in Widerspruch in Bezug auf *syandané*. Wenn ich, obgleich weit entfernt, das Gewicht dieser Handschrift zu verkennen, dennoch meinen Aufsatz zum Druck gebe, so bestimmt mich dazu insbesondre die Ueberzeugung, daß so alt auch die Handschrift sein mag, ihre Vorlage dennoch eine solche sein konnte, in welcher, entweder selbst oder in einer der ihr zu Grunde liegenden Quellen, schon eine Verwechslung von *y* und *p* eingetreten war; denn die Aehnlichkeit dieser beiden Buchstaben reicht in verhältnißmäßig sehr alte Zeit hinauf. Ist dies aber als möglich anzuerkennen, dann hat die Handschrift natürlich in Bezug auf diese Frage nicht mehr Auto-

rität, als irgend eine von denen, welche deutlich *syandané* darbieten, und sicherlich nicht die geringste, wenn Roth und ich mit Recht angenommen haben, daß Sâyaṇa nur *syandané* vor Augen und im Gedächtniß gehabt haben könne. Einen andren Umstand — nämlich daß ich mit *spandané* keinen Sinn zu erlangen vermag — will ich nur erwähnen, lege ihm aber kein Gewicht bei. Denn einmal: kann dies einem andren Erklärer gelingen und zweitens: selbst wenn dies nicht der Fall wäre, wäre es kein genügender Grund eine übrigens feststehende Leseart im Veda anzuzweifeln. Wenn dieser Umstand dazu berechtigte, würden wir nicht wenige übrigens sichere Lesarten des Veda anzweifeln müssen.

Beiläufig will ich nicht unerwähnt lassen, daß, nach Hrn. Prof. Müller's weiterer Mittheilung, die in Nr. 20, S. 537 dieser Nachrichten nachgewiesene Kürze des *a* in *mašçatór* durch diese Handschrift bestätigt wird.

Bemerkungen über einige Flächen von constantem Krümmungsmaaß.

Von **A. Enneper.**

Die »Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften« aus dem Jahre 1868 enthalten auf p. 258—277 und 421—443 analytische Untersuchungen über die Flächen von constantem Krümmungsmaaß, für welche ein System von Krümmungslinien plan oder sphärisch ist. Es handelte sich dabei namentlich darum,

die Coordinaten eines Punktes einer Fläche der angegebenen Art explicite in Function zweier Variabeln darzustellen. Die gefundenen Resultate finden sich theilweise in den beiden folgenden Abhandlungen reproducirt:

Kretschmer: Beiträge zur Theorie der Flächen mit ebenen Krümmungslinien, welche gegebenen Bedingungen genügen. Programm des Gymnasii zu Frankfurt a. O. 1871.

Simon: Ueber Flächen mit constantem Krümmungsmaaß. Inaugural-Dissertation. Halle 1876.

Beide Verfasser haben sich bemüht, mit anerkennenswerthem Scharfsinne, neue Resultate zu finden, verschieden von den in den »Analytisch-Geometrischen Untersuchungen« mitgetheilten Ergebnissen. So sehr eine Bereicherung, wenn auch nur durch specielle Fälle, der sehr geringen Anzahl von Flächen von constantem Krümmungsmaaß, für die Geometrie von hervorragendem Interesse sein würde, lässt sich nur bedauern, daß eine solche durch die obigen Abhandlungen nicht stattgefunden hat. In beiden walten Missverständnisse ob in Beziehung auf eine richtige Deutung der entwickelten Formeln. Aus diesem Grunde soll ein früher von mir mitgetheilter Satz über plane Krümmungslinien etwas vervollständigt werden, wodurch sich unmittelbar die Quelle der Missverständnisse ergiebt.

Vorerst möge eine kurze Bemerkung aus den »Nachrichten« vom Jahre 1874 p. 126 wiederholt werden:

Lässt eine Fläche Kreise als Krümmungslinien zu, so ist dieselbe die Enveloppe einer Kugelfläche von variabelem Radius, deren Mittelpunkt eine beliebige Raumcurve beschreibt.

Die bemerkten Flächen gehen in Rotationsflä-

chen über, wenn zwischen den Hauptkrümmungshalbmessern eine Relation besteht. Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, daß der Kreis nur ein besonderer Fall einer sphärischen Krümmungslinie ist, der nicht mit der allgemeinern Curve verwechselt werden darf. Eine solche Verwechslung hat in den angeführten Abhandlungen stattgefunden. Man kann mit Beziehung auf die Flächen von constantem Krümmungsmaaß, welche überhaupt eine Schaar von Kreisen zulassen, oder mit andern Worten, welche Flächen auf irgend welche Art durch einen Kreis von variabelem Radius erzeugt werden können, einen allgemeinen Satz aufstellen, der leider für eine Erweiterung solcher Untersuchungen von negativer Natur ist. In der »Zeitschrift für Mathematik und Physik« sind im 14. Jahrgang (1869) p. 393—421 die Elemente einer analytischen Geometrie der Flächen entwickelt, welche auf irgend welche Art durch einen variabelen Kreis erzeugt werden können. Der auf p. 403 unter Gleichung 12) aufgestellte Ausdruck für das Krümmungsmaaß einer solchen Fläche, welche der Einfachheit halber eine »cyklische Fläche« heißen möge, gestattet die Aufstellung aller cyklischen Flächen von constantem Krümmungsmaaß.

Es ergiebt sich hierbei folgender Satz:

> Die Rotationsflächen sind die einzigen cyklischen Flächen, deren Krümmungsmaaß constant sein kann.

Die Untersuchung erfordert einige Vorsicht, da mehrere Annahmen, welche scheinbar sehr allgemeine Resultate enthalten, nur auf die Kugelfläche führen. Eine Publication des obigen Satzes, ist früher unterblieben, da die bemerkte

Abhandlung die Richtung verfolgte, wesentlich neue Flächen aufzustellen.

Der oben erwähnte Satz über Flächen mit einem System planer Krümmungslinien — wobei die Rotationsflächen natürlich einbegriffen sind — ist folgender:

> Ist für eine Fläche von constantem positivem oder negativem Krümmungsmaaß ein System von Krümmungslinien plan, so gehn die Ebenen des Systems sämmtlich durch eine feste Gerade *T*. Das zweite System von Krümmungslinien ist dann sphärisch, die osculatorische Kugelfläche jeder Linie dieses Systems schneidet die Fläche orthogonal. Die Mittelpunkte sämmtlicher Kugelflächen liegen auf der Geraden *T*.

Mittelst des Theorems (Nachrichten, 1868, p. 426):

> Sind die Krümmungslinien einer Fläche von constantem Krümmungsmaaß sphärisch, so liegen die Mittelpunkte ihrer osculatorischen Kugelflächen auf einer festen Geraden

läßt sich der obige Satz auch umkehren:

> Ist für eine Fläche von constantem Krümmungsmaaß ein System von Krümmungslinien sphärisch und schneiden die osculatorischen Kugelflächen die Fläche orthogonal, so ist nothwendig das zweite System von Krümmungslinien plan. Die Ebenen des planen Systems gehen durch die Gerade, auf welcher die Mittelpunkte der osculatorischen Kugelflächen liegen.

Diese Sätze zeigen, daß man nur eine der Annahmen in Beziehung auf die Krümmungslinien zu machen hat, daß sich keine neuen Resultate ergeben können, je nachdem die Krümmungs-

linien der einen oder andern von beiden Bedingungen unterworfen werden.

Da der Beweis der obigen Sätze sich ziemlich einfach gestaltet, so soll derselbe hier kurz angemerkt werden, wobei für weitere Untersuchungen auf die »Nachrichten« aus dem Jahr 1868 verwiesen werden muß. Der Einfachheit halber soll der Beweis unter Voraussetzung eines positiven Krümmungsmaaßes geführt werden, da die Ausführung für ein negatives ganz analog ist.

Es seien u und v Variabele von denen immer nur eine für eine bestimmte Krümmungslinie variirt. Die Coordinaten x, y, z eines Punktes einer Fläche können dann als Functionen von u und v angesehen werden. Ist ds das Bogenelement einer beliebigen Curve auf der Fläche, so setze man mit Gauss:

$$ds^2 = E du^2 + 2 F du dv + G dv^2.$$

Im vorliegenden Falle ist natürlich $F = 0$. Im Puncte (x, y, z) der Fläche lege man durch die Tangente zur Krümmungslinie, für welche nur u variirt, einen Normalschnitt zur Fläche. Es sei r' der Krümmungsradius der ebenen Schnittcurve im Puncte (x, y, z). Für die Krümmungslinie längs welcher v variirt möge r'' analoge Bedeutung haben. Es sind dann r' und r'' bekanntlich die Hauptkrümmungshalbmesser der Fläche im Puncte (x, y, z). Ist das Krümmungsmaaß in jedem Puncte der Fläche positiv constant, so setze man $r' r'' = g^2$, wo g eine Constante bedeutet.

Es lassen sich nun E, G, r' und r'' durch eine Hülfsgröße t ausdrücken, deren Bestimmung selbst von der Integration einer partiellen

Differentialgleichung zweiter Ordnung abhängt. Man hat hierbei die folgenden Gleichungen:

$$1)\left\{\begin{aligned} &\sqrt{E} = \frac{1+t}{2\sqrt{t}}, \sqrt{G} = \frac{1-t}{2\sqrt{t}}, \\ &\frac{\sqrt{E}}{r'} = \frac{1}{g}\,\frac{1-t}{2\sqrt{t}}, \frac{\sqrt{G}}{r''} = \frac{1}{g}\,\frac{1+t}{2\sqrt{t}}, \end{aligned}\right.$$

wo t durch die partielle Differentialgleichung:

$$2)\quad \frac{d^2 \log\sqrt{t}}{du^2} + \frac{d^2 \log\sqrt{t}}{dv^2} = \frac{1}{(2g)^2}\,\frac{1-t^2}{t}.$$

zu bestimmen ist.

Die Gleichungen 1) und 2) gelten natürlich für alle Flächen von constantem positivem Krümmungsmaaß. Setzt man $\sqrt{t} = \operatorname{tang}\frac{\theta}{2}$, so nehmen die Gleichungen 1) und 2) folgende Formen an:

$$3)\quad \sqrt{E} = \frac{1}{\sin\theta}, \sqrt{G} = \frac{\cos\theta}{\sin\theta}, \frac{\sqrt{E}}{r'} = \frac{\cos\theta}{g\sin\theta},$$

$$\frac{\sqrt{G}}{r''} = \frac{1}{g\sin\theta}.$$

$$4)\quad \frac{d}{du}\left(\frac{1}{\sin\theta}\,\frac{d\theta}{du}\right) + \frac{d}{dv}\left(\frac{1}{\sin\theta}\,\frac{d\theta}{dv}\right) = \frac{\cos\theta}{(g\sin\theta}$$

Die Gleichungen 3) geben durch leichte Rechnung:

$$5)\qquad \frac{r''}{\sqrt{EG}}\,\frac{d\sqrt{G}}{du} = -\,g\,\frac{d\theta}{du},$$

$$6)\qquad \frac{1}{\sqrt{EG}}\,\frac{d\sqrt{E}}{dv} = -\,\frac{d\theta}{dv}$$

und:

$$7)\qquad \frac{r'}{\sqrt{EG}}\,\frac{d\sqrt{E}}{dv} = -\,\frac{g}{\cos\theta}\,\frac{d\theta}{dv},$$

$$8)\qquad \frac{1}{\sqrt{EG}}\,\frac{d\sqrt{G}}{du} = -\,\frac{1}{\cos\theta}\,\frac{d\theta}{du}.$$

Es sei nun das System der Krümmungslinien, für welche u allein variirt, plan, dann ist die linke Seite der Gleichung 5) nur von u abhängig, also auch $\frac{d\theta}{du}$, es folgt so $\theta = u_1 + v_1$, wo u_1 eine Function von u und v_1 eine Function von v bezeichnet. Die genauere Bestimmung dieser Functionen, auf welche es hier nicht weiter ankommt, ist mittelst der Gleichung 4) auszuführen. Nimmt man aber $\theta = u_1 + v_1$, so hängt die rechte Seite der Gleichung 6) nur von v ab, also auch die linke Seite. Die geometrische Interpretation hiervon ist, daß das System für welches v allein variirt, auf Kugelflächen liegt, welche die Fläche orthogonal schneiden. Umgekehrt ist $\frac{d\theta}{dv}$ nur von v abhängig, also wieder $\theta = u_1 + v_1$, so hängt $\frac{d\theta}{du}$ nur von u ab, die Gleichung 5) drückt dann aus, daß das andere System plan ist. Hieraus

folgt, daß einem planen Systeme (u) ein orthogonal sphärisches System (v) und umgekehrt entspricht. Setzt man:

$$9)\qquad \frac{d\theta}{\cos\theta} = d\theta_1,\ \text{oder}\ \frac{1+\sin\theta}{1-\sin\theta} = e^{2\theta_1},$$

so gehen die Gleichungen 7) und 8) über in:

$$10)\qquad \frac{r'}{\sqrt{EG}}\frac{d\sqrt{E}}{dv} = -g\frac{d\theta_1}{dv},$$

$$11)\qquad \frac{1}{\sqrt{EG}}\frac{d\sqrt{G}}{du} = -\frac{d\theta_1}{du}.$$

Diese Gleichungen folgen aus 5) und 6) durch Vertauschung von u und v untereinander und von θ mit θ_1. Sie führen natürlich zu demselben Resultate wie vorhin, da es gleichgültig ist für welchen der beiden Parameter u oder v das plane System angenommen wird. Daß sich hierbei keine vollkommene Symmetrie der Formeln herstellen läßt, liegt in der Wahl der zu bestimmenden Größe θ.

Zur Integration der partiellen Differentialgleichung 4) macht Herr Simon in der angeführten Dissertation drei Annahmen, welche sich geometrisch auf zwei reduciren. Erstens $\theta = u_1 + v_1$, zweitens $\frac{1}{\cos\theta}\frac{d\theta}{du}$ gleich einer Function von u. Die zweite Annahme führt auf die Gleichungen 7) und 8), oder 10) und 11), man kommt geometrisch wieder zu demselben Resultate wie für $\theta = u_1 + v_1$. Bei seiner zweiten Annahme bemerkt Herr Simon, daß ein System von Krümmungslinien aus Kreisen be-

stehe. Die dritte Annahme entspricht einem Systeme sphärischer Krümmungslinien. Diese Annahmen enthalten nur eine Umkehrung des in den »Nachrichten« befolgten Verfahrens, die geometrische Deutung wird ohne weitere Begründung ans Ende der Rechnung gesetzt. Wahrscheinlich ist die gänzlich mißverstandene geometrische Interpretation der zweiten Annahme auf die Autorität einer Behauptung des Herrn Kretschmer gemacht. (Programm p. 16). Da es nicht ohne Interesse ist, die Coordinaten x, y und z eines Punctes einer Fläche von constantem Krümmungsmaaß mit einem System planer Krümmungslinien durch u und v auszudrücken, so soll die Aufstellung hier in den beiden Fällen ausgeführt werden, daß entweder das System (v) oder das System (u) plan ist. Der erstere Fall ist schon früher behandelt worden, der Vollständigkeit halber mögen die wenigen darauf in Beziehung stehenden Gleichungen wiederholt werden. Die Rechnungen für den zweiten Fall sind so durchgeführt, daß die Formeln denen des ersten Falles ganz analog werden. Was die Einzelheiten der Rechnungen anbelangt, so schien es umso weniger nöthig dieselben hier anzuführen, als die mehrfach erwähnte Abhandlung aus den »Nachrichten« eine vollständige Methode zur Herleitung der mitgetheilten Ausdrücke enthält.

I. Das System der Krümmungslinien für welche v variirt sei plan.

Die Ebene der planen Krümmungslinie, welche durch den Punct (x, y, z) geht, bildet bekanntlich mit der Normalen zur Fläche längs der Curve einen constanten Winkel. Bezeichnet

man diesen Winkel durch σ, so kann σ nur von einer ebenen Krümmungslinie zur andern verschiedene Werthe haben, d. h. σ ist nur von u abhängig. In der Gleichung 5) ist die linke Seite gleich $-\cot\sigma$.

In den folgenden Gleichungen sind A und C constante Größen. Die Functionen u_1 und v_1 der respectiven Variabeln u und v sind durch die Gleichungen bestimmt:

$$12)\quad \begin{aligned} \left(g\,\frac{du_1}{du}\right)^2 &= A\cos 2u_1 - C - 1, \\ \left(g\,\frac{dv_1}{dv}\right)^2 &= C - A\cos 2v_1. \end{aligned}$$

Es ist ferner

$$13)\quad \cot\sigma = g\,\frac{du_1}{du} \text{ oder } \frac{1}{\sin^2\sigma} = A\cos 2u_1 - C.$$

Die feste Gerade, welche der Durchschnitt der Ebenen der planen Krümmungslinien ist, werde zur Axe der z genommen. Die Ebene der Krümmungslinie (v), welche durch den Punct (x, y, z) geht, schneidet die Ebene der x und y in einer Geraden, welche mit der Axe der x einen Winkel φ bildet. Es ist dann φ nur von u, oder von u_1 abhängig und durch eine der folgenden Gleichungen definirt:

$$14)\begin{cases} \left(\dfrac{d\varphi^2}{du}\right) = \dfrac{A^2 - C^2}{g^2}\sin^4\sigma, \\ \left(\dfrac{d\varphi}{du_1}\right)^2 = \dfrac{A^2 - C^2}{(A\cos 2u_1 - C - 1)(A\cos 2u_1 - C)^2}. \end{cases}$$

Mit Rücksicht auf die Definitionen, enthalten in den Gleichungen 12), 13) und 14) hat man für x, y und z nachstehende Gleichungen:

$$15)\begin{cases} x \sin\varphi - y \cos\varphi = 0, \\ x \cos\varphi + y \sin\varphi = -\dfrac{\sin\sigma}{\sin(u_1 + v_1)\dfrac{d\varphi}{du}}, \\ z\sqrt{A^2 - C^2} = \\ \int(C - A \cos 2v_1)\, dv + g^2 \dfrac{\cos(u_1 + v_1)}{\sin(u_1 + v_1)} \dfrac{dv_1}{dv}. \end{cases}$$

Eine weitere Behandlung der aufgestellten Gleichungen bietet eine Anwendung von elliptischen Functionen. Wegen der Gleichungen 12) lassen sich für A und C keinerlei Werthe angeben um die Ausdrücke von x, y und z in 15) auf einfachere Formen bringen zu können, wenn die Fläche keine Rotationsfläche sein soll. Zu den obigen bekannten Gleichungen seien noch die folgenden angemerkt.

Die Krümmungslinie für welche u variirt liegt auf einer Kugelfläche, deren Mittelpunct in der Axe der z enthalten ist. Es bezeichne nun R_1 den Radius der Kugelfläche, welche durch den Punct (x, y, z) der Fläche geht, ferner $\mathfrak{Z}_1$ die Distanz des Mittelpuncts der Kugelfläche vom Anfangspunct der Coordinaten. Für R_1 und $\mathfrak{Z}_1$ finden dann die Gleichungen statt:

$$
16)\begin{cases}
R_1 = \frac{dv}{dv_1}, \\
\mathfrak{Z}_1 \sqrt{A^2 - C^2} = \\
\int (C - A \cos 2v_1)\, dv + g^2 \frac{\frac{d^2 v_1}{dv^2}}{\frac{dv_1}{dv}}.
\end{cases}
$$

Man kann sich der obigen Gleichungen auch noch für Rotationsflächen bedienen. Es ist dann $\cos\sigma = 0$, also nach 13) $\frac{du_1}{du} = 0$, d. h. u_1 ist constant. Nimmt man $u_1 = 0$, so ist, in Folge der ersten Gleichung 12), $A = C + 1$. Von den Gleichungen 14) ist dann nur die erste Gleichung zu nehmen, welche φ als lineare Function von u giebt. Einfacher ist es in diesem Falle in den Gleichungen 16) φ statt u und v_1 statt v als Variabele zu nehmen. Für die Realität der in 15) und 16) vorkommenden Größen muß $A^2 > C^2$ sein.

II. Das System der Krümmungslinien für welche u variirt sei plan.

Bezeichnet man durch τ den constanten Winkel in Beziehung auf u, welchen die Ebene der planen Krümmungslinie mit der Normale des Punctes (x, y, z) der Fläche bildet, so ist in der Gleichung 7) die linke Seite gleich $-\cot\tau$.

In den folgenden Gleichungen sind A, B und C constante Größen. Die Functionen u_1 und v_1

der respectiven Variabeln u und v sind durch die Gleichungen bestimmt:

$$17) \begin{cases} (g\frac{du_1}{du})^2 = C + B\frac{e^{2u_1} - e^{-2u_1}}{2} - A\frac{e^{2u_1} + e^{-2u_1}}{2}, \\ (g\frac{dv_1}{dv})^2 = A\frac{e^{2v_1} + e^{-2v_1}}{2} + B\frac{e^{2v_1} - e^{-2v_1}}{2} - C - 1. \end{cases}$$

Es ist ferner:

$$18) \begin{cases} \cot \tau = g\frac{dv_1}{dv} \text{ oder} \\ \frac{1}{\sin^2 \tau} = A\frac{e^{2v_1} + e^{-2v_1}}{2} + B\frac{e^{2v_1} - e^{-2v_1}}{2} - C. \end{cases}$$

Da die Formeln nicht allgemeiner werden, wenn $u_1 - u_0$ statt u_1 und $v_1 - v_0$ statt v_1 gesetzt wird, wo u_0 und v_0 Constanten sind, so kann man dieselben so bestimmen, daß in den Gleichungen 17) und 18) B verschwindet. Setzt man einfach $B = 0$, so entsprechen die Gleichungen 17) und 18) den Gleichungen 12) und 13).

Nimmt man wieder die feste Gerade, in welcher sich die Ebenen der planen Krümmungslinien schneiden, zur Axe der z, so möge der Winkel ψ eine ähnliche Bedeutung wie der Winkel φ im vorhergehenden Falle haben. Es ist dann ψ nur von v abhängig, durch eine der folgenden Gleichungen definirt:

$$19)\begin{cases}\left(\frac{d\psi}{dv}\right)^2 = \frac{C^2-A^2+B^2}{g^2}\sin^4\tau,\\ \left(\frac{d\psi}{dv_1}\right)^2\left[A\frac{e^{2v_1}+e^{-2v_1}}{2}+B\frac{e^{2v_1}-e^{-2v_1}}{2}-C-1\right]=\\ \frac{C^2-A^2+B^2}{\left[A\frac{e^{2v_1}+e^{-2v_1}}{2}+B\frac{e^{2v_1}-e^{-2v_1}}{2}-C\right]^2}.\end{cases}$$

Für x, y und z finden dann die Gleichungen statt:

$$20)\begin{cases}x\sin\psi - y\cos\psi = 0,\\ x\cos\psi + y\sin\psi = -\frac{2\sin\tau}{\left[e^{u_1+v_1}-e^{-u_1-v_1}\right]\frac{d\psi}{dv}}\\ z\sqrt{C^2-A^2+B^2} =\\ \int\left[A\frac{e^{2u_1}+e^{-2u_1}}{2}-B\frac{e^{2u_1}-e^{-2u_1}}{2}-C\right]du\\ \quad + g^2\frac{e^{u_1+v_1}+e^{-u_1-v_1}}{e^{u_1+v_1}-e^{-u_1-v_1}}\cdot\frac{du_1}{du}.\end{cases}$$

Setzt man $B = 0$, so ist $C^2 > A^2$ zu nehmen. Die Krümmungslinie für welche v variirt liegt auf einer Kugelfläche, deren Mittelpunct in der Axe der z enthalten ist. Für die Kugelfläche, welche durch den Punct (x, y, z) geht, sei R der Radius, ferner $\mathfrak{Z}$ die Distanz des Mittelpuncts vom Anfangspuncte der Coordinaten.

Es sind R und $\mathfrak{Z}$ als Functionen von u durch nachstehende Gleichungen definirt:

$$21)\quad \begin{cases} R = \dfrac{du}{du_1}, \\[2ex] \mathfrak{Z}\sqrt{C^2 - A^2 + B^2} = g^2 \dfrac{\dfrac{d^2u_1}{du^2}}{\dfrac{du_1}{du}} \\[2ex] + \int \left[A\dfrac{e^{2u_1} + e^{-2u_1}}{2} - B\dfrac{e^{2u_1} - e^{-2u_1}}{2} - C\right] du. \end{cases}$$

Die Gleichungen 12)—21) enthalten die wesentlichsten Elemente, welche bei Betrachtung der in Rede stehenden Flächen zur Sprache kommen. Die Gleichungen 17)—21) sind in der früheren Arbeit nicht enthalten, wodurch indessen die aufgestellten Theoreme keine Beschränkung erleiden konnten. Für die Allgemeinheit der Untersuchung ist es ziemlich gleichgültig ob das System (v) oder (u) als plan angenommen wird. Die beiden Abhandlungen der Herren Kretschmer und Simon enthalten Betrachtungen über den Fall, daß die Krümmungslinien, für welche u allein variirt, plan wird. Beide Arbeiten liefern keine schließlichen Resultate, so daß es angezeigt erschien, die etwas mühsame Herstellung der Gleichungen 17) bis 21) vorzunehmen. Bei der Herstellung dieser Gleichungen ist besonders darauf Bedacht genommen, ihre Analogie mit den Gleichungen 12) bis 16) hervorzuheben. Die Werthe der Coordinaten x, y und z, enthalten in den Glei-

chungen 20), sind bisher noch nicht dargestellt worden. Es muß übrigens bemerkt werden, daß die Untersuchungen, betreffend die Flächen von constantem Krümmungsmaaß mit einem Systeme planer Krümmungslinien, aus allgemeineren Untersuchungen hervorgegangen sind. In der »Zeitschrift für Mathematik« IX. Jahrgang (1864) sind sämmtliche Flächen aufgestellt, für welche ein System von Krümmungslinien plan ist. Mit Rücksicht auf diese Arbeit und eine noch nicht veröffentlichte Vervollständigung derselben bot die Untersuchung des speciellen Problems keine großen Schwierigkeiten. Hierin liegt der Grund der nothwendigen Durchführung mehrerer Entwickelungen in den »Nachrichten«, welche sich aus allgemeineren Betrachtungen fast von selbst ergaben.

Faßt man die Integration der partiellen Differentialgleichung 2) oder 4) rein analytisch auf, ohne Rücksicht auf geometrische Verhältnisse, wie dieses Herr Simon thut, so ergeben sich die vorhergehenden Resultate durch Lösung des folgenden Problems:

> In der partiellen Differentialgleichung 2) werde t in der Form $f(U+V)$ angenommen, wo U und V respective nur von u und v abhängen. Es sollen die Functionen f, U und V bestimmt werden.

Eine genauere Analyse der Lösung, welche hier nicht wohl ausgeführt werden kann, ergiebt unter Anderm die mittelst der Gleichungen 12) bis 21) definirten Flächen. Die Schwierigkeit überhaupt Flächen von constantem Krümmungsmaaß zu finden, scheint weniger darin zu bestehn, durch glücklich gewählte Annahmen Integrale der Gleichung 2) zu finden, als nach-

träglich die Werthe von x, y und z herzustellen, deren Bestimmungen im allgemeinen Falle auf die Integration zweier linearen, partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung führt. Als Beleg hierzu kann der scheinbar einfachste Fall des obigen Problems dienen, wenn nämlich U und V lineare Functionen von u und v sind. Sind α und c Constanten, bezeichnet man Modul und Complementärmodul der elliptischen Functionen durch k und k', so verificirt man sehr leicht die folgende Lösung der Gleichung 2):

$$\sqrt{t} = \frac{1}{\sqrt{k'}} \Delta am \left(\frac{u \cos \alpha + v \sin \alpha}{g \sqrt{2k'}} + c \right).$$

In Folge eines allgemeinen Satzes, welcher in den »Nachrichten« aus dem Jahre 1870 (p. 336 u. 342) enthalten ist, entspricht dem obigen Werthe von t die Helikoidfläche von constantem Krümmungsmaaß. Man kann in diesem Falle x, y und z durch die Argumente u und v der Krümmungslinien ausdrücken und zwar unter Zuziehung der elliptischen Functionen und der Theta-Functionen. Die auszuführenden Rechnungen sind aber in diesem Falle von einer solchen Weitläufigkeit und Complication, daß eine wirkliche Ausführung derselben, ohne das bekannte Resultat, wohl kaum der Mühe lohnen möchte. Um überhaupt die Rechnungen durchzuführen muß man statt u und v andere Variabele einführen, von denen eine das Argument

$$\frac{u \cos \alpha + v \sin \alpha}{g \sqrt{2k'}}$$

sein würde *).

*) In dem Ausdruck für $f(U + V)$ des obigen Pro-

Unter diesen Umständen scheint eine andere Methode einen größeren Erfolg zu versprechen, eine Methode, deren sich wohl die meisten Mathematiker bedient haben um Flächen von constantem Krümmungsmaaß aufzustellen. Ungeachtet ihrer scheinbaren Einfachheit hat diese Methode bisher kein Resultat geliefert, so daß der Werth derselben noch unbewiesen dasteht. Bezeichnet man die ersten und zweiten partiellen Differentialquotienten von z nach x und y, mit Euler durch p, q, r, s und t, so hängt bekanntlich die Bestimmung der Flächen von constantem Krümmungsmaaß von der Integration der folgenden partiellen Diffentialgleichung ab:

$$22) \qquad rt - s^2 = \frac{(1 + p^2 + q^2)^2}{m},$$

wo m eine Constante bedeutet. Die vorstehende partielle Differentialgleichung läßt sich bekanntlich nach einer Methode von Legendre transformiren, die sich in seinem »Mémoire sur l'intégration de quelques équations aux différences partielles« ausgeführt findet. (Histoire de l'Académie. Année 1789, pag. 314). Legendre sieht x, y und z als Functionen von p, q und einer zu bestimmenden Function ω an. Die Gleichung 22) wird dann durch folgende Gleichungen ersetzt:

$$23) \quad x = \frac{d\omega}{dp}, \quad y = \frac{d\omega}{dq}, \quad z = px + qy - \omega,$$

blems kann man auch noch setzen:

$$g^2 U = au^2 + 2bu + c, \quad g^2 V = av^2 + 2mv + n,$$

wo a, b, c, m und n Constanten sind.

wo ω durch die partielle Differentialgleichung:

$$24)\quad \frac{d^2\omega}{dp^2}\frac{d^2\omega}{dq^2}-\left(\frac{d^2\omega}{dp\,dq}\right)^2=\frac{m}{(1+p^2+q^2)^2}$$

zu bestimmen ist. Für ein ω, welches der Gleichung 24) genügt, erhält man nach 23) die Werthe von x, y und z durch bloße Differentiationen. Statt p und q lassen sich in den Gleichungen 23) und 24) andere Variabele einführen, z. B.

$$25)\quad p = \operatorname{tang}\theta \cos\varphi, \quad q = \operatorname{tang}\theta \sin\varphi,$$

wie in dem VII. Jahrgang (1862) der »Zeitschrift für Mathematik« weiter ausgeführt ist. Hierdurch wird nur die rechte Seite der Gleichung 24) vereinfacht, während die linke eine weit complicirtere Form annimmt. Von den verschiedenen Mathematikern, welche Methoden für die Integration der partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung aufgestellt haben, ist die Gleichung 24) nicht in den Kreis ihrer Betrachtung gezogen worden. In den beiden Zusammenstellungen der Arbeiten über partielle Differentialgleichungen der Herren Imschenetsky*) und Graindorge**) findet sich die Gleichung 24) nicht erwähnt. Eine Arbeit über die bemerkte Gleichung hat Herr Serret geliefert in der »Note sur une équation aux derivées partielles« (Journal de Mathématiques t. XIII p. 361—368,

*) Etude sur les methodes de l'intégration des équations aux derivées partielles du second ordre d'une fonction de deux variables indépendantes. Traduct du russe p. Honël. (Archiv für Mathematik. Theil 54. 1871).

**) Mémoire sur l'intégration des équations aux derivées partielles des deux premiers ordres. Bruxelles. 1872.

Année 1848). Der Werth von ω, welchen Herr Serret findet, enthält eine willkührliche Function, ist aber dabei nicht reell, so daß demselben nach 23) keine reellen Werthe von x, y und z entsprechen. Der Verfasser bemerkt selbst hierüber »Jusqu' ici mes recherches ne m'ont conduit à aucun resultat satisfaisant au point de vue de la géométrie«.

In seiner Dissertation hat Herr Simon die partielle Differentialgleichung 24) durch Einführung neuer Variabelen transformirt, welche im Wesentlichen auf die Winkel θ und φ der Gleichungen 25) hinauskommen. Durch eine allgemeine Annahme über die Form von ω findet Herr Simon einen Werth, welcher fünf Constanten enthält. Dieser Werth führt übrigens beiläufig bemerkt in geometrischer Beziehung auf die Helikoidfläche. Mit Hülfe der Methode von Lagrange, der Variation der Constanten, macht Herr Simon den Versuch, aus dem besonderen Werthe von ω einen allgemeinen Werth herzuleiten. Dieser Versuch führt zu keinem geometrischen Resultate, es ergeben sich nur imaginäre Flächen. Mit etwas verschiedenen Bezeichnungen, in unwesentlich anderer Form, sind genau dieselben Resultate reproducirt, welche Herr Serret 28 Jahre früher (l. c. pag. 366, Gleichungen 12) aufgestellt hatte*).

Diese Mißerfolge der Versuche zur Integration der Gleichung 24) scheint nicht sehr für ihre Brauchbarkeit zu sprechen. Ein vielleicht erfolgreicherer Weg, Flächen von constantem Krümmungsmaaß in besonderen Fällen analytisch zu definiren, möchte die Hinzufügung einer

*) Man vergleiche die Anmerkung am Schluß dieser Note.

weiteren geometrischen Eigenschaft darbieten. Hierbei handelt es sich namentlich um eine eingehendere Untersuchung von Coordinatensystemen auf einer Fläche, von welchen Systemen nur wenige Fälle bei analytisch-geometrischen Untersuchungen zur Anwendung gekommen sind*).

Anmerkung.

Man nehme in der Gleichung 24) $m = -a^2$. Durch i werde die imaginäre Einheit bezeichnet. Die von Herrn Serret aufgestellten Gleichungen sind dann die folgenden, in welchen die l. c. angewandten Buchstaben u und λ respective mit ω und μ vertauscht sind.

$$\alpha) \qquad p + q\mu = \sqrt{-1-\mu^2}.$$

$$\beta) \quad \omega = -qF(\mu) + a \operatorname{arctang} \mu - \int \frac{\mu F'(\mu)}{\sqrt{-1-\mu^2}}\, d\mu.$$

Führt man statt p und q aus 25) die Winkel θ und φ ein, setzt zur Vereinfachung $\operatorname{tang} \theta = \varrho$, ferner $\mu = \cot \lambda$, so wird die Gleichung α):

*) So hat z. B. Bour in seiner großen Abhandlung »Théorie de la déformation des surfaces« (Journal de l'École polytechnique, 39 Cahier, Tome XXII, Paris, 1862) sich durchgehends nur der sogenannten geodätischen Coordinaten bedient, welche den Polarcoordinaten der Ebene entsprechen. Ein anderes System, welches in den Anwendungen fast nur bei den Miniumsflächen von Bedeutung ist enthält die umfangreiche Abhandlung O. Bonnet: Mémoire sur l'emploi d'un nouveau système de variables dans l'étude des propriétés des surfaces courbes. (Journ. de Mathém. Année 1860).

$$\varrho \sin(\varphi + \lambda) = \pm i,$$

wo das Zeichen von i rechts beliebig ist. Man nehme das untere Zeichen, also:

$$\varrho \sin(\varphi + \lambda) = -i.$$

Setzt man nun weiter, mittels der vorstehenden Gleichung:

$$\varrho \cos(\varphi + \lambda) = -\sqrt{1 + \varrho^2},$$

so ist:

$$\varrho \sin \varphi = -i \cos \lambda + \sqrt{1 + \varrho^2} \sin \lambda.$$

Diesen Werth von $\varrho \sin \varphi = q$ setze man in die Gleichung β) und $\mu = \cot \lambda$. Dann folgt:

$$\omega = i F(\cot \lambda) \cos \lambda - \sin \lambda F(\cot \lambda) \sqrt{1 + \varrho^2}$$

$$+ a\left(\frac{\pi}{2} - \lambda\right) - i \int \cos \lambda F'(\cot \lambda)\, d \cot \lambda.$$

Durch partielle Integration des letzten Integrals läßt sich der Werth von ω schreiben:

$$\omega = a\frac{\pi}{2} - a\lambda - i \int \sin \lambda F(\cot \lambda)\, d\lambda$$

$$- \sin \lambda F(\cot \lambda) \sqrt{1 + \varrho^2}.$$

Setzt man weiter $a = ki$ und

$$-k - \sin \lambda F(\cot \lambda) = \psi(\lambda),$$

folgt:

$$\omega = ki\frac{\pi}{2} + i\int\psi(\lambda)\,d\lambda$$

$$+ [k + \psi(\lambda)]\sqrt{1+\varrho^2}.$$

Bis auf die rechts stehende unwesentliche Constante $ki\frac{\pi}{2}$ und der Bezeichnung der vorkommenden willkührlichen Function durch die Characteristik ψ ist der obige Werth von ω mit dem von Herrn Simon gefundenen identisch. Hieraus ergiebt sich weiter die Richtigkeit der im Text aufgestellten Behauptung.

Universität.

Es liegt uns noch ob, auch an dieser Stelle den schmerzlichen Verlust anzuzeigen, den die Universität durch den am 16. October eingetretenen Tod des ordentlichen Professors in der philosophischen Facultät, Dr. phil. Wolfgang Sartorius von Waltershausen erlitten hat, über welchen jedoch schon in diesen Bll. (S. 547 ff.) durch einen langjährigen Freund und thätigem Theilnehmer an der großen Arbeit, welche die Hauptlebensaufgabe des Verstorbenen gebildet hat, eingehendere Lebensnachrichten mitgetheilt worden, als wir es vermöchten.

Am 26. August feierte der Geheime Hofrath Wilhelm Weber das fünfzigjährige Jubelfest seiner Doctorpromotion; doch hatte der Jubilar einer allgemeinen akademischen Feier sich durch eine Reise entzogen.

Zufolge hohen Rescripts vom 17/20. Juli hat der Herr Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten für die ständigen wissenschaftlichen Beamten der königlichen Universitäts-Bibliothek die Amtsbezeichnung als Custoden eingeführt, wobei jedoch dem ordentlichen Professor Dr. Wüstenfeld und dem Rath Dr. Stromeyer der Charakter als Bibliothekar und bezw. Unterbibliothekar verbleibt, wie auch der Herr Minister für künftig die Ertheilung dieser Titel an die ersten beiden Custoden sich vorbehalten hat.

Gleichzeitig hat der Herr Minister eine neue Instruction für die Custoden und Hülfsarbeiter der Bibliothek erlassen und bestimmt, daß sie sofort in Kraft trete.

Nachrichten

von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen.

27. December. № 23. 1876.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften

Oeffentliche Sitzung am 2. December.

Wie kam der Verfasser des 1sten Vârttika zu Pâṇini VII. 3, 87 dazu, eine Wurzel *spâç* mit langem *â* anzunehmen?

Von

Theodor Benfey.

§ 1.

Mancher wird es vielleicht für etwas sehr unnützes halten die in der Ueberschrift gestellte Frage auch nur aufzuwerfen und den Versuch, sie zu beantworten, natürlieh für eine noch viel unnützere Zeit-, Mühe- und Papierverschwendung. 'Was geht es uns an, warum vor mehr als zwei Jahrtausenden der Verfasser des Vârttika I. zu Pâṇini VII. 3. 87 — und wenn es auch der große Grammatiker Kâtyâyana wäre, wie höchst wahrscheinlich ist — eine Wurzel *spâç* annahm, von welcher das Verzeichniß der Sanskrit-Wurzeln nichts weiß? Wir haben wichtigeres zu thun, als uns um solche Kleinigkeiten zu bekümmern' Kleinigkeiten!? Was sind Kleinigkeiten? So trivial es klingt, kann doch der Forscher sich

und seinen Mitforschern nicht genug ins Gedächtniß zurückrufen, daß in der Wissenschaft ein Gegenstand nicht eher als Kleinigkeit bezeichnet werden darf, als bis seine Werthlosigkeit vollständig erwiesen ist. Wie die Naturwissenschaften die großen Fortschritte, welche sie in unserm Jahrhundert gemacht haben, nicht zum wenigsten den scharfen microscopischen und analogen Apparaten verdanken, welche die Forscher in den Stand gesetzt haben ihre eindringende Beobachtung Gegenständen zu widmen, welche den unbewaffneten Sinnen völlig unzugänglich sind, so schulden auch die sprachlichen Untersuchungen keinen geringen Theil ihrer — selbst bedeutendsten — Resultate der minutiösesten Durchforschung von Erscheinungen, welche dem geistigen Auge nur durch größtmöchlichste Schärfung desselben zugänglich gemacht wurden, so daß man ohne Uebertreibung sagen darf, daß auf diesem Gebiete kein Forscher etwas wahrhaft förderndes zu leisten vermag, wenn sein geistiges Auge nicht so sehr geschärft ist, daß es ihm völlig in derselben Weise zu dienen vermag, wie dem Naturforscher der stärkste mikroskopische Apparat, so daß auch er das scheinbar kleinste ins Auge zu fassen und ihm die minutiöseste Beobachtung zu widmen im Stande ist. Nicht selten aber trifft es sich, daß, wie Saul ausging seines Vaters Eselinnen zu suchen, und zwar nicht diese, wohl aber viel kostbareres auf seinem Wege fand, die Krone Israëls, so auch der Forscher das, was er sucht nicht zu finden vermag, wohl aber auf den zu diesem Zweck unternommenen Kreuz- und Querzügen Dinge gewinnt, die, werthvoller als das Gesuchte, ganz und gar geeignet sind, ihm für die verfehlten Eselinnen hinlänglichen Trost zu gewähren.

So mögen denn auch wir getrost uns daran machen, die Antwort auf die vielleicht wirklich ganz unwichtige Frage zu suchen; vielleicht wird sie uns zu Theil werden, vielleicht finden wir aber auch manches andere auf dem Wege, welches, wenn auch nicht eine Königskrone werth, doch werthvoller sein möchte, als das was wir suchen gehen.

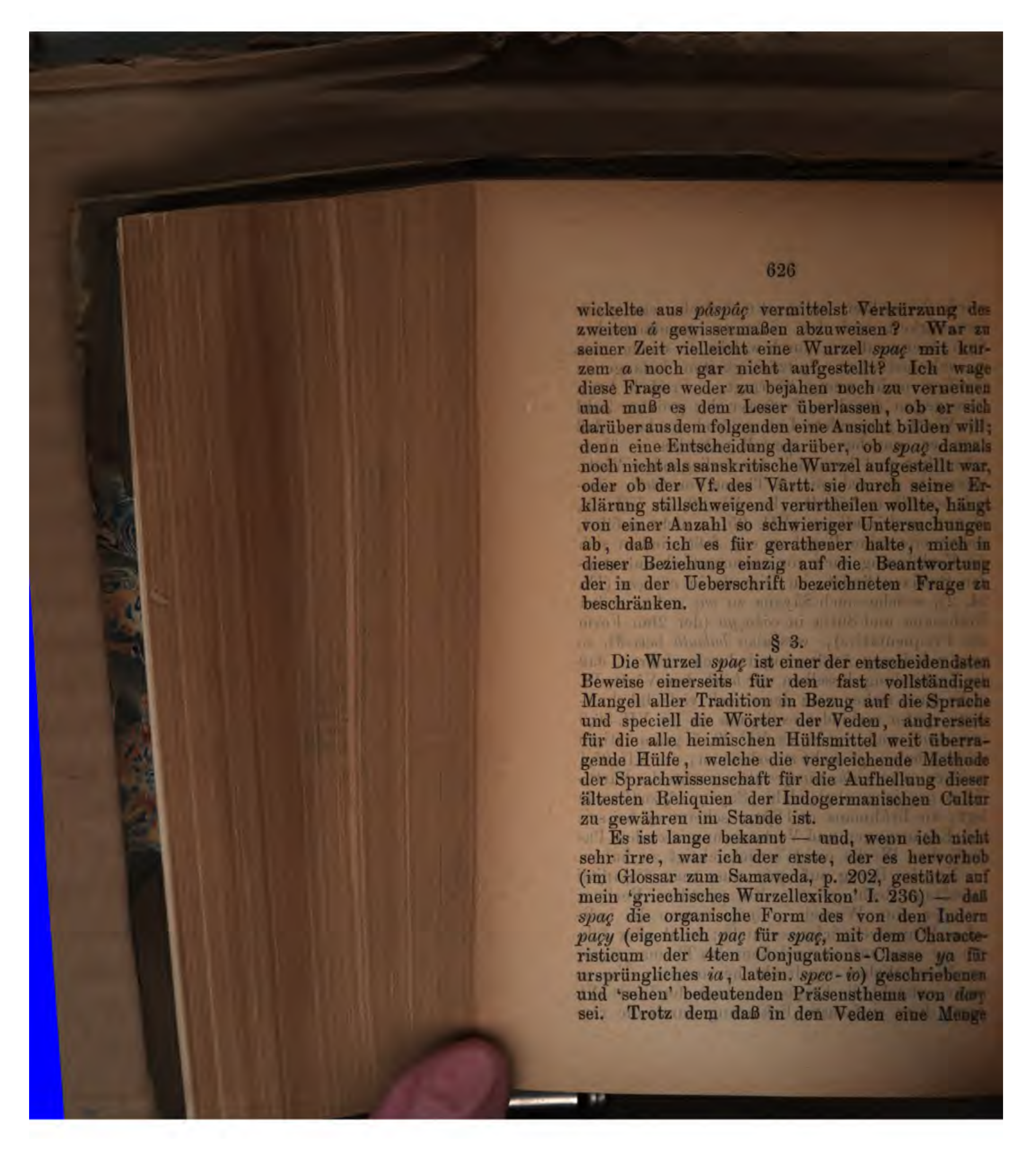
§ 2.

In dem angeführten Vârttika wird gelehrt, daß in reduplicirten Formen ein langer Vocal der Wurzel, wenn ihm ein wurzelhafter Consonant folgt und das antretende Suffix mit einem Vocal beginnt verkürzt wird; als Belege werden gegeben *paspaçâte* (so mit *s* richtig in der Ausgabe des Mahâbhâshya, Vte Abthlg. p. 123, a, in Böhtlingk's Ausgabe von Pâṇini II. p. 338 irrig *paçpaçâte*), *câkaçîmi* (ebenfalls richtig in der Ausgabe dss MBhâshya) und *vâvaçâtîḥ*. Alle drei Beispiele sind a. a. o. des MBhâshya näher bestimmt, aber in Verbindung mit den hier hinzugefügten Wörtern nur eines, nämlich *vâvaçâtîr úd âjat* (Rv. IV. 50, 5 = Ath. XX, 88,5) nachgewiesen; wohl aber *câkaçîmi* in andern Verbindungen, z. B. Rv. IV. 58, 5; 9, und für alle drei erscheinen mehrfach analoge Formen der Veden (s. Ptsb. Wörterbuch unter *paç* IV. 601 ff., *kâç* II. 267 ff. und *vâç* VI. 959 ff.) Der Verfasser des Mahâbhâshya, in seinem Eifer die Verbesserungen und Zusätze des Vârttika-Verfassers als unnöthig abzuweisen, will auch dieses Vârttika nicht gelten lassen, sondern die Formen mit Verben verbinden, welche einen kurzen Wurzelvocal haben, nämlich nicht, wie dem Vârtt. gemäß, mit *kâç*, *vâç* und *spâç*, sondern mit *kaç*, *vaç* und *spaç*. Freilich giebt es bekanntlich sowohl ein Verbum

kaç als *vaç* und von diesen würde das reduplicirte Thema im Frequentativ regelrecht *câkaç*, *vâvaç*, lauten, allein alle bis jetzt belegbaren Formen, in welchen *câkaç* als Thema erscheint, erweisen sich durch ihre Bedeutung als unzweifelhafte Ableitungen von *kâç* nicht von *kaç* (vgl. das Ptsb. Wtbch. unter beiden Verben), so daß Patañjali, der Vf. des MBhâshya, hier vollständig im Unrecht ist. Nicht ganz ebenso steht es mit *vâvaç*, doch ist Patañjali auch hier im Unrecht. Die Formen, welche sich an *vâvaç* schließen und bis jetzt nachgewiesen sind, gehören nämlich zwar zum Theil in der That dem Verbum *vaç* an; zum größeren Theil gehören sie aber unzweifelhaft zu *vâç* (s. ebenfalls beide Vba im Ptsb. Wtbch.) und speciell die Form *vâvaçatir* in der von Patañjali selbst — jedoch wahrscheinlich nach der mündlichen Ueberlieferung in der Schule — genauer bestimmten Stelle in Rv IV. 50, 5. Freilich könnte man in letzterer Beziehung zu Patañjali's Entschuldigung sagen, daß er wie Sâyaṇa, wenn dessen Glosse *vâvaçyamânâḥ* (bei M. Müller III. p. 223) richtig ist, diese Form, vielleicht in Uebereinstimmung mit Vorgängern, zu *vaç* gezogen habe. Allein, da es nur einer sehr geringen Verbesserung bedarf — nämlich der Veränderung zu *vâvâçyamânâḥ* (वावाश्यमाना für वावश्यमाना) — um die richtige, unzweifelhaft vom Vf. des Vârtt. angenommene Erklärung auch für Sâyaṇa zu erhalten, so bleibt es auf jeden Fall zweifelhaft, ob nicht die richtige Erklärung auch die überlieferte war und Patañjali in Bezug auf *vâvaçatis* eben so sehr irrte, wie in Bezug auf *câkaç* überhaupt. Wäre aber die Beziehung dieses *vâvaçatîḥ* auf *vaç* (nicht *vâç*) die alte — dem Verfasser des Vârtt. vorhergegangene — Ueberlieferung gewesen, so

würde dieser hier, wie sonst mehrfach, seine große Genauigkeit und den richtigen grammatischen Sinn documentiren, durch welche er seinen ganz in scholastischen Spitzfindigkeiten befangenen Critiker nicht wenig überragt. Freilich kann man gegen das dem Verfasser der größten Zahl der Vârtt. gespendete Lob geltend machen, daß auch er manches — speciell vedisches — übersehen hat und bezüglich des vorliegenden Vârtt. einerseits das reduplicirte Thema von *bâdh*, nämlich *bâbadh* in *bâbadhe* (Rv. VI. 29, 5; VII. 36, 5) und *prabấbadhâna* (VII. 95, 1) nicht anführt, andrerseits seine Regel zu eng faßt, indem sich die Verkürzung auch vor consonantisch anlautenden Suffixen findet, im Rigveda in *vâvaçre* (IX. 94, 2), welches auch Sâyaṇa zu *vâç* zieht, in den Brâhmaṇa und Sûtra in *câkaçya* (der 2ten Form des Frequentativs); was aber *bâbadh* betrifft, so mag sich dessen Auslassung dadurch erklären, daß die Verbindung desselben mit *bâdh* dem Vârtt.-Vf. nicht ganz sicher war; denn noch viele Jahrhunderte später verbindet es Sâyaṇa zu Rv. VII. 36,5 mit *bandh* und wie er es VI. 29, 5 grammatisch erklärt habe, ist nicht zu erkennen; nur VII, 95,1 zieht er es zu *bâdh*; *vâvaçre* aber mochte der Vârtt.-Vf. zu *vaç* ziehen obgleich hier Sayaṇa *vâç* zu Grunde legt; die Brâhmaṇa und Sûtra scheint er bei seinen Ergänzungen und Verbesserungen zu dem Paṇini'schen Werke nicht berücksichtigt zu haben.

Nur in Bezug auf *spâç* muss man Patañjali unbedingt Recht geben. Ein primäres Verbum — oder eine Wurzel — *spâç* kennen die indischen Wurzelverzeichnisse nicht; wohl aber führen sie *spaç* auf, aus welchem das Thema *pâspaç* im Wesentlichen regelrecht hervortritt. Um so mehr entsteht die Frage, wie kam der Vârtt.-Vf. dazu, diese einfachste Erklärung durch die ver-



wickelte aus *páspâç* vermittelst Verkürzung des zweiten *á* gewissermaßen abzuweisen? War zu seiner Zeit vielleicht eine Wurzel *spaç* mit kurzem *a* noch gar nicht aufgestellt? Ich wage diese Frage weder zu bejahen noch zu verneinen und muß es dem Leser überlassen, ob er sich darüber aus dem folgenden eine Ansicht bilden will; denn eine Entscheidung darüber, ob *spaç* damals noch nicht als sanskritische Wurzel aufgestellt war, oder ob der Vf. des Vârtt. sie durch seine Erklärung stillschweigend verurtheilen wollte, hängt von einer Anzahl so schwieriger Untersuchungen ab, daß ich es für gerathener halte, mich in dieser Beziehung einzig auf die Beantwortung der in der Ueberschrift bezeichneten Frage zu beschränken.

§ 3.

Die Wurzel *spaç* ist einer der entscheidendsten Beweise einerseits für den fast vollständigen Mangel aller Tradition in Bezug auf die Sprache und speciell die Wörter der Veden, andrerseits für die alle heimischen Hülfsmittel weit überragende Hülfe, welche die vergleichende Methode der Sprachwissenschaft für die Aufhellung dieser ältesten Reliquien der Indogermanischen Cultur zu gewähren im Stande ist.

Es ist lange bekannt — und, wenn ich nicht sehr irre, war ich der erste, der es hervorhob (im Glossar zum Samaveda, p. 202, gestützt auf mein 'griechisches Wurzellexikon' I. 236) — daß *spaç* die organische Form des von den Indern *paçy* (eigentlich *paç* für *spaç*, mit dem Characteristicum der 4ten Conjugations-Classe *ya* für ursprüngliches *ia*, latein. *spec-io*) geschriebenen und 'sehen' bedeutenden Präsensthema von *darç* sei. Trotz dem daß in den Veden eine Menge

sich daran schließender flexivischen und thematischen Formen vorkommen*), war in Indien diese Bedeutung vollständig in Vergessenheit gerathen und die, welche die Inder dafür aufstellen, zeigt uns ein — und gewiß das nicht am seltensten angewendete — Mittel wie sie die in Vergessenheit gerathene Bedeutung vedischer Wörter aufzuhellen suchten. Aehnlich wie ein Italiäner, Franzose, Spanier, welcher wenig Latein gelernt hätte, sich ein ihm unbekanntes lateinisches Wort aus dem lautlich verwandten seiner eignen Sprache erklären würde, sich dabei der Lautverhältnisse erinnerend, die ihm schon entgegengetreten waren — z. B. nach Analogie von étude zu latein. studium, schließen würde, daß dem lat. stannum das französ. étain entspreche — haben die indischen Erklärer von *spaç* ebenfalls zu den von ihnen gesprochenen Volkssprachen ihre Zuflucht genommen. Wie leicht sich ein Romane bei diesem Verfahren und geringer Kenntniß des Latein irren könne, liegt auf der Hand. Natürlich waren auch die Inder derartigen Irrungen ausgesetzt und die Erklärung von *spaç* ist eines der schlagendsten Zeugnisse dafür. Wie die indischen Volkssprachen zu der Zeit beschaffen waren, als die Erklärung von *spaç* gesucht und eine irrige fixirt ward, können wir im Einzelnen nicht immer bestimmen, aber im großen Ganzen, dürfen wir annehmen, waren sie dem Pâli, den Sprachen der alten buddhistischen Inschriften und den prâkritischen (ob auch der der Gâthâ's ist fraglich) im Wesentlichen ähnlich.

Die indischen Wurzelverzeichnisse geben der

*) Vgl. das Petersburger Wörterbuch unter 1. *paç* IV, 600 ff. und unter 1. *spaç* VII. 1365; ich würde für dienlicher gehalten haben, alle Verbalformen wie Grassmann thut unter *spaç* zu vereinigen.

Wurzel *spaç* die Bedeutungen 'bedrängen' und 'berühren' *bâdhanasparçanayoḥ*, auch 'binden' (*granthane*); als Varianten von *spaç* werden aufgeführt *paç pash* und *pas* (vgl. Westergaard Radd. unter 1 *spaç*); der Wurzel *pash* mit der Variante *paç* geben sie außer 'berühren' und 'binden' auch die Bedd. 'tödten' und 'gehen' (*bandhavâdhayoḥ sparçagatyoḥ*, s. Dhâtup. bei Westergaard 35, 10 p. 377 und p. 289 unter *pasha*); endlich führen sie eine zweite Wurzel *spaç* (Westerg. 2 *spaç*) auf mit der Variante *sparç*, welcher sie die augenscheinlich verwandten Bedd. 'nehmen' = 'berühren' und 'umfangen' = 'bedrängen' in der Modification 'drücken' geben (Westerg. p. 276 und im Dhâtup. 33, 7 p. 374 *granthanasaṃçleshaṇayoḥ*).

Ich darf nicht unerwähnt lassen, daß von diesen fünf Formen außer *spaç* — und diese als Verbum nur im Veda, — noch keine einzige weiter belegt ist, darf jedoch zugleich nicht verhehlen, dass der Dhâtup. 35, 10 und Pâṇini VII. 4, 86 Regeln geben, welche auf den wirklichen Gebrauch von *spaç* schließen lassen.

Die Bedeutungen, welche für *spaç* in den Wurzelverzeichnissen gegeben werden, nämlich *bedrängen* und *berühren*, werden auch von Sâyaṇa zur Erklärung der Formen und Ableitungen von *spaç* angewendet, z. B. selbst *spaç*, sbst. 'Späher' wird Rv. I. 25, 13 durch *sparçin* 'berührend' glossirt; I. 33, 8 durch *bâdhaka*, 'Bedränger'; IV. 4, 3 wird es ebenfalls zunächst durch *bâdhaka* glossirt, dann aber durch *câra*, 'Kundschafter' interpretirt, welches der eigentlichen Bedeutung ganz nahe kömmt. Schwerlich ist diese Bedeutung (welche auch Mahîdhara zu der entsprechenden Stelle in der VS. XIII, 11 *) giebt) nur

*) Es ist daselbst statt *spâçayanti* zu corrig. *spâç°*.

aus der Vergleichung des Gebrauchs von *spaç* errathen, sondern durch Einfluß des im gewöhnlichen Sskrit bewahrten indogermanischen *spaça* (= σκοπο) 'Kundschafter' herbeigeführt.

§ 4.

Beachten wir nun, daß im Pâli und Prâkrit *rç* zu *ss* wird (E. Kuhn, Beitr. z. Pâli Gr. 49; Lassen, Inst. ling. Pracr. 253), daß wir *sparç* als Nebenform von 2 *spaç* fanden, daß die Bed. 'bedrängen' etwa vermittelst 'anpacken' sehr gut als eine aus 'berühren' hervorgegangene von den Erklärern vermuthet werden konnte, (vgl. im Sanskrit *abhi-sparç* 'heimsuchen', *saṃ-sparç*, 'treffen', 'heimsuchen' *abhi-saṃ-sparç* 'sich Jemandes bemächtigen', *sparça* 'Krankheitsgefühl'), so liegt nichts näher, als anzunehmen, daß diejenigen, welche *spaç* in den Veden zu erklären versuchten, auf den Gedanken geriethen, daß es volkssprachlichen Formen entspreche, welche auf *ss* auslauteten, den Vocal *a* enthielten und mit einem oder vielleicht — im Fall diese Versuche zu einer Zeit eintraten, wo die Unfähigkeit verschieden tönende Consonanten zu einer Gruppe zu verbinden, noch nicht so sehr herrschend geworden war, wie im Pâli und Prâkrit (vgl. noch *st* in den Inschriften des Açoka, *tr* in der von Kapurdigiri u. aa.) — auch mehreren Consonanten anlauteten, welche ihnen sonst als Reflexe von sskr. *sp* entgegengetreten waren. Derartige volkssprachliche Formen waren aber die Reflexe von sskr. *spṛiç* eigentlich *sparç* 'berühren' und mußten die Erklärer auf den ganz irrigen Gedanken bringen, daß das vedische *spaç*, wie diese, die Bed. 'berühren' habe.

So weit war ich schon vor langer Zeit gekommen, hatte auch noch daraus, daß sowohl

im Pâli als Prâkrit ein kurzer Vocal mit folgender Doppelconsonanz vollständig gleichen Werth hat mit entsprechendem langen Vocal vor einfacher Consonanz (vgl E. Kuhn a. a. O. S. 17, Lassen a. a. O. 138) geschlossen, daß neben jenen Formen auf *ass* auch eine auf *âs* existirt haben müsse, welche neben andern Umständen, welche wir gleich kennen lernen werden, die Veranlassung sein mochte den Vf. des Vârttika zu bestimmen die Wurzel mit langem Vocal *spâç* (nicht *spăç*) zu bezeichnen.

Allein als ich zu diesen theoretischen Schlüssen die thatsächlichen Belege — die in den Volkssprachen nachweisbaren Reflexe des sskrit. Verbum *sparç* — suchte, fand ich in den mir zugänglichen, ohne besonderen Zeitaufwand benutzbaren Hilfsmitteln, wie Delius' Radices Prâcriticae, Lassen's Institutt. ling. Pracrit. gar keine oder für meinen Zweck nicht genügend erscheinende Auskunft (bei Lassen *phamsa* und *phâsa*, beide = sskrit. *sparça*, p. 253 und 280). Da ich mir nie eine Sammlung von Prâkrit-, Pâli- und andern Wörtern, welche den alten Volkssprachen Indiens angehörten oder nahe standen, angelegt habe und der Zeitaufwand, welcher mit einer Aufsuchung dieser Reflexe verbunden gewesen wäre, zu groß und dessen Resultat zweifelhaft war, legte ich den Aufsatz zurück, mit der Absicht ihn, wenn mir diese Reflexe einmal geboten werden würden, von neuem in die Hand zu nehmen. Ich hatte ihn schon fast ganz vergessen als er mir durch das umfassende Wortverzeichniß in Pischel's vortrefflicher Ausgabe von Hemacandra's Grammatik der Prâkritsprachen ins Gedächtniß zurückgerufen ward. Dieses Werk, so wie der ganze Character der die umfassendsten Kenntnisse auf diesem Gebiet bezeugenden

Arbeiten des Herausgebers erweckte in mir die Hoffnung, daß er auch die Reflexe von sskr. *sparç* gesammelt haben möchte. Ich wendete mich daher unmittelbar nach Empfang des Hemacandra am 7ten November an ihn, mit der Bitte, wenn er sie angemerkt habe, sie mir gefälligst mitzutheilen. Meine Hoffnung wurde nicht getäuscht und Herr Professor Pischel war so gütig meine Bitte umgehend in einem Briefe vom 11ten zu erfüllen.

§ 5

In dem Prâkrit der Dramen erscheint nur das Substantiv *phaṃso* (= sskr. *sparça*) mit dem gewöhnlichen Uebergang von *sp* in *ph* (Lassen Inst. l. Pr. 264) und *rç* in *ṃs* (ebds. 253; 278); als Beispiele giebt Pischel Ûrvaç. 51,2; Uttar. 92,9; 93,7; 125,7; 163,4; Mâlat. 86,11; 102,2; Prabodhac. 58,8; Bâlar. 202,8; 16. Hemacandra erwähnt in seiner Grammatik IV. 182 drei Formen des Verbum, nämlich 1. die der sanskritischen zunächst stehende *pharisaï* mit *ris* für sskr. *rç* (vgl. Lassen p. 183; 253); sie entspräche einem sskr. **sparçati*, d. h., wie im Prâkrit gewöhnlich, wäre an die Stelle der 6ten Conjugat. Classe, welcher *sparç* im Sskrit folgt (*spṛçáti*), die erste (**spárçati*) getreten (vgl. Lassen p. 334); 2. mit dem schon erwähnten Uebergang von *rç* in *ṃs* in *phaṃsaï*. 3; mit langem *á* und e i n e m *s* dahinter *phâsaï*, welche auf einem kurzen *a* mit folgendem *ss* für *rç* beruht, wie § 4 erwähnt. Diese letztere Form ist zwar bis jetzt im Prâkrit nicht nachgewiesen, tritt uns aber im Pâli entgegen. Hier erscheint mit *ss* für *rç* zunächst das Substantiv *phasso* für *sparça* (wegen *ph* auch im Pâli für sskr. *sp* s. E. Kuhn, Beitr. S. 53); im primären Ver-

bum dagegen mit *u* für *a* — eine Umwandlung, welche insbesondre, wie hier — jedoch nicht einzig — durch benachbarte Labiale herbeigeführt wird (E. Kuhn, a. a. O. 23 und 53) — und einem *s phusati*; im Causale aber mit *ass*: *phasseti*, welches dem sskr. *sparçayati* entspricht.

§ 5.

Wie nun die indischen Erklärer des Veda die Bedeutung von *spaç* irrig nach seinem lautlichen Verhältniß zu dem volkssprachlichen Reflex von sskrit. *sparç* bestimmten — und dies geschah schon in sehr alter Zeit, denn wir werden sogleich sehen, daß wohl unzweifelhaft schon Yâska ihm dieselbe, auf dieser irrigen Identification beruhende, Bedeutung giebt, wie die Dhâtupâṭha's und Sayaṇa — so hat auch der Vf. des besprochenen Vârtt., oder irgend ein Vorgänger desselben, wechem er folgte — sich bei Bestimmung der Wurzelform desselben durch den prâkritischen Wurzelrepräsentanten mit *âs* (in *phâsaï* oder einem vielleicht nur in dieser Beziehung analogen Vertreter desselben in der damals vorherrschenden Volkssprache*)), bewegen lassen auch der Wurzel der daraus erklärten vedischen Formen ein langes *â* zuzuschreiben, also *spâç* als solche anzunehmen. In dieser Annahme konnte er durch das dazu gehörige Medium *spâçaya* be-

*) Ich will nämlich nicht bergen, daß mir die für *spaç* angeführten Nebenformen *paç*, *pash*, *pas* ebenfalls volkssprachliche Formen von sskr. *sparç* zu sein scheinen, welche wie andere volkssprachliche Umwandlungen von einem oder dem andern Autor gebraucht waren (vgl. Indien in Ersch und Gruber's Encyclopädie d. W. u. K., zweite Section XVII. (1840) S. 248 und Vollst. Gramm. d. Sanskritspr. (1852) S. 72 ff.). In diesen Formen wäre dann nicht *sp* zu *ph* geworden, sondern nur *s* eingebüßt in *spaç* sogar auch dieses bewahrt.

stärkt werden. Für uns freilich die wir wissen, daß *spaç* mit kurzem *a* die ursprüngliche Form des Verbums war und die Bed. 'sehen' hat, ist es keinem Zweifel unterworfen, daß es in der einzigen Stelle der Veden, in welcher es vorkömmt, dessen Causale sei. Diese Stelle findet sich Rv. I. 176, 3 und lautet daselbst in der Saṃhitâ:

spâçáyasva yó asmadhrúg divyévâçánir jahi ||.
Es ist darin zu lesen *divyéva açánir*; *spâçáyasva* ist wörtlich mache dich sehen, d. h. mach daß dein Auge sieht = faß ins Auge. Ich übersetze 'Faß ins Auge wer (d. h. den, welcher) uns feind! schlag drein wie des Himmels Blitz'.

Aber diejenigen, welche ihm nach Analogie von prâkritisch *phâs* die Bedeutung 'bedrängen, berühren' gaben und nicht sicher wußten, daß *spaç* mit kurzem *a* die Form des primären Verbums war, konnten, ja — wenn sie nicht erkannt hatten, daß *âs* in *phâs* aus älterem *ăss* entstanden war — mußten auf den Gedanken gerathen, daß in *spâçaya* die ursprüngliche Quantität des *a* bewahrt sei. Beiläufig bemerkt scheinen sie es auch nicht als Causale gefaßt zu haben, was bei der Bedeutung 'bedrängen' auch kaum möglich ist, sondern als ein Verbum der 10ten Conj. Cl., wie Dhâtupâṭha 33,7, so daß es für sie dieselbe Bedeutung hatte, wie ein entsprechendes primäres Verbum ohne *aya*. Der Dhâtupâṭha leitet sein *spâçaya* zwar von *spaç* mit kurzem *a* ab; allein dies kann ein Resultat der fortgeschrittenen Grammatik sein, beruhend auf *áspashṭa* und *spashṭá*. Ob die Aufmerksamkeit desjenigen oder derjenigen, welche *spâç* aufstellten, auf diese beiden Formen sich gerichtet hatte und wie sie sie sich erklärten, läßt sich nicht entschei-

den; aber bemerkenswerth ist doch, daß auch Pâṇini VII. 2, 27 *spashṭa* nicht unmittelbar von *spaç* ableitet, sondern als eine Nebenform von *spâçita* (wie *channa* von *châdita* u. aa.) faßt, und wenn sie *aspashṭa* mit ihrem *spâç* nicht anders in Uebereinstimmung zu bringen wußten, dann stand ihnen die gewöhnliche Zuflucht in verzweifelten Fällen, das *bahulam chandasi*, d. h. wenn auch nicht den Worten, doch dem Sinne nach: in der Vedensprache ist alles erlaubt, zu Gebot. Außer diesen beiden Formen kommen aber nur reduplicirte, nämlich *paspaçé*, *paspaçânâ* in den Veden und bei Pâṇini VII 4, 95 *apaspaçat* vor, welche der Verfasser des Vârtt., wenn *spâç* wirklich als Wurzel anzunehmen wäre, vollständig berechtigt gewesen sein würde, nach den in § 2 angeführten Analogien durch Verkürzung des *â* zu erklären.

§ 7.

Mit dem vorigen § wäre unsere Aufgabe eigentlich abgeschlossen. Allein ich habe in demselben erwähnt, daß schon Yâska die Erklärung von *spaç* hat, welche wir in den mehr als ein Jahrtausend späteren Commentaren finden. Mögen wir auch diesem Erweis noch einige Worte widmen; wie wir bei der bisherigen Erörterung nebenher erfahren, wie ganz und gar die Bedeutung von Vedenwörtern verloren war — und zwar schon — wie sich nun ergeben wird — zu Yâska's Zeit — und welches Mittel man unter andern anwendete, um sie zu erklären, so werden wir auch bei diesem Nachweis noch ein- und die andere nicht ganz werthlose Beigabe erhalten.

Rv. X. 14, 1 bezeichnet den Gott, Herrscher der Todten, Yama als *bahúbhyaḥ pánthâm anu-*

paspaçânám, wörtlich 'den Vielen nach einander den Pfad zeigenden'; an einer anderen Stelle werde ich erweisen, daß 'viel' in den Veden mehrfach wesentlich in derselben Bedeutung wie 'all' gebraucht wird, so daß es bedeutet 'welcher vielen (oder allen), einem nach dem andern, den Pfad (den sie einst gehen sollen: zum Himmel) zeigt'. Das Ptcp. *anupaspaçâná* hat das Ptsb. Wtbch. richtig als Ptcp. Aor. Caus. gefaßt; die finite Form findet sich in den Veden nicht, wohl aber bei Pâṇini; es ist das am Schluß des vorigen § erwähnte *apaspaçat*.

Yâska im Nirukta X. 20 glossirt dieses Particip nun durch *anupaspâçayamânam*. Nach den Erläuterungen (bei Roth S. 139) hat Durga, ein Commentator des Nirukta, diese Glossirung so gefaßt, daß man übersetzen muß 'der . . . . vielen den Weg verlegt'; dazu fügt Roth in Klammern 'damit sie ihm nicht entrinnen'. Wie die Bedeutung 'verlegend' in jener Glosse, wenn sie Durga eben so vorlag, wie uns, gefunden werden konnte, ist mir unerklärlich. Betrachtet man *anu* als Präfix, dann bleibt *paspâçayamânam*, welches kein Wort ist. Man müßte dann *pa* streichen, dann erhielte man *anu-spâçayamânam*, welches abgesehen vom Präfix, in der That = *anu-bâdhamanam* wäre und 'bedrängen' dann 'hemmen' 'verlegen' bedeuten könnte. Allein, wenn wir *pa* nicht streichen, dann erhalten wir *an-upa-spâçayamânam* nicht 'bedrängend' und so hat augenscheinlich Sâyaṇa die Stelle gefaßt; denn er glossirt das Ptcp. durch *abâdhamânam* 'nicht bedrängend = verlegend', faßt '*bahúbhyas*' als die Tugendhaften' und interpretirt den ganzen Absatz: 'Nur die Bösen treibt er, mit Absperrung des Weges zum Himmel, in die Hölle, nicht aber die Guten'. Wie aber Sâyaṇa durch den Text

des Rigveda, welcher ihm in derselben Samhitâ- und Pada-Gestalt, wie uns, vorlag, auf eine solche Erklärung hätte gerathen sollen, ist völlig unverständlich; denn der Pada-Text theilt *anu-paspaçânám.* Er muß in seiner gewöhnlichen Achtlosigkeit eine alte, zu einer Zeit abgefaßte, Erklärung abgeschrieben haben, in welcher der Pada-Text noch nicht so unerschütterlich fest stand, wie zu seiner eigenen; und das war zu Yâska's Zeit der Fall, wo dieser selbst daran rüttelt (vgl. Yâska VI. 28 über *vâyó* im Rigveda X. 29, 1). Yâska theilte, wenn diese Auffassung richtig ist, nicht, wie im Pada richtig geschehen ist, *anu-paspaçânám* sondern *an-upa-spaçânám*, vielleicht aus Irrthum, schwerlich aber aus Gedankenlosigkeit. Jenes möchte ich fast glauben, weil er keine Bemerkung, wie VI. 28 macht. Aber ihm Gedankenlosigkeit zuzutrauen, dazu berechtigt sein Nirukta, wie mir scheint, nicht. Sâyaṇa's Arbeiten dagegen, so gelehrt sie sind, enthalten so viele Zeugnisse intellectueller Schwäche, daß wir ihm auch die Fähigkeit zutrauen dürfen, eine Erklärung abzuschreiben, welche im eclatantesten Widerspruch mit dem ihm vorliegenden Pada-Text steht.

§ 8.

Haben wir nun in § 4 nachgewiesen, daß die von den indischen Erklärern dem vedischen Verbum *spaç* und dessen Ableitungen gegebenen Bedeutungen 'bedrängen, berühren' auf einer irrigen Identificirung desselben mit volkssprachlichen Reflexen des sanskritischen Verbums *sparç* 'berühren' beruhen, so folgt von selbst daraus, daß *spaç* mit dieser Bedeutung nicht als ein ursprünglich sanskritisches Verbum anzuerkennen ist. Daraus dürfen wir aber natürlich keines-

weges den Schluß ziehen, daß es demnach aus dem sanskritischen Sprachschatz zu eliminiren sei; das würde eben so ungerechtfertigt sein, wie wenn man die vielen andern aus den Volkssprachen in das Sanskrit gedrungene Wurzeln ausscheiden wollte, welche ebenfalls, zum überwiegend größten Theil nachweislich, volkssprachliche Umwandlungen sanskritischer sind (wie z. B. *ujjh* von sskrit. *ud-hâ*, vgl. Vollst. Gramm. d. Sskritspr. 1852 § 142 S. 76). Denn, obgleich sie bis jetzt nicht in literarischem Gebrauch nachgewiesen ist, sprechen schon die erwähnten beiden Regeln dafür, daß sie von einem oder dem andern schriftlich oder mündlich im Sanskrit gebraucht ward; auf jeden Fall durfte sie gebraucht werden. Denn kein späterer Schriftsteller brauchte Bedenken zu tragen, von Verben und Formen Gebrauch zu machen, welche die canonisirte Grammatik und das Wurzelverzeichniß erwähnt haben. Ueberhaupt haben die indischen Grammatiker und Lexicographen nichts aus den Fingern gesogen; freilich haben auch sie sich bisweilen geirrt und, wo dies der Fall ist, ist es unsere Aufgabe, wie hier, die Quelle des Irrthums nachzuweisen.

Bedenklich könnte man gegen den von uns gezogenen Schluß, daß *spaç* in der Bed. 'bedrängen, berühren' kein ursprüngliches Sanskritverbum sei, dadurch werden, daß im Zend-Wörterbuch von Justi ein Verbum *çpaç* mit der Bed. 'unterdrücken', ein *çpakhsti* 'Unterdrückung' und *çpazga* 'Grausamkeit' aufgeführt wird, ja noch bedenklicher dadurch, daß in Fick's Vgl. Wörterb. d. Indog. Spr. I[3], 251 sogar eine indogermanische Wurzel *spaķ* aufgestellt ist, mit den Bedd. 'drücken, drängen, würgen, schnüren,' und belegt durch eben unser sskr. *spaç*, zend. *çpaç*

und griechisch *σφίγγω*, *φῖκα*, *Φίκιον*, *πνίγω* und angels. *spang-e*.

In Bezug auf das zendische *çpaç* habe ich mich deßhalb an meinen geehrten Freund und Collegen, Prof. Justi, anerkannt einen der größten Kenner des Zend, gewandt und seine Antwort, welche ich — mit seiner Erlaubniß — hier wörtlich mittheile, hat nur dazu gedient, meine nahe liegende Vermuthung, daß diesem *çpaç* die Bedeutung ‘unterdrücken’ nur auf Autorität eben unseres sanskrit. *spaç* beigelegt sei, mir unzweifelhaft zu machen. Die Antwort lautet:

»Mit dem Verbum *s'pas'*« (*s'* für *ç* wie ich — dem Wtbch. folgend — geschrieben habe), ‘unterdrücken’ sieht es etwas unsicher aus, denn das *avis'pastô* (Yasht XIII. 69) scheint eine Bezeichnung des Herrschers *(s'âs'tar)* zu sein ‘der Aufseher’*), und auch *s'paχsti* in *puru-s'paχsti* (Huzv. Uebers. *pur-spâsânih*) wird in dem Zend-Pehlevi Wörterbuch (Cod. Suppl. Anquetil Nr. VII p. 137, 7 = Hoshengji-Haug, Zend-Pahlavi Glosary 26, 1; 66, 1; 123, 13 v. u.) durch *pâspân* ‘Schützer’ erklärt. Natürlich ist für *s'paχsti* eine auf gewöhnliche Weise erweiterte Verbalgrundlage *s'paχs***) anzunehmen. Es würde demnach für *s'pas'* ‘unterdrücken’, außer (dem sanskritischen) *spaç*, nur noch *s'pasga* übrig bleiben, das aus *s'pagz* (erweicht aus *s'paχs*) um-

*) Mir ist kaum zweifelhaft, daß es auf einem Uebertritt des Themas auf *ar* in die Themen auf *a* beruht, wie aus sskr. **[illegible]*, für ursprüngliches *[illegible]*, das Thema *[illegible]* entstanden ist. Es würde ihm sskr. *abhi-spaṣṭar* entsprechen.

**) Ich füge hinzu aus *çpaç* ‘sehen’: mit der daraus entwickelten Bedeutung: bewachen, vgl. Justi Wtbch. p. 302, wo statt 2. *çpaç* natürlich jetzt 1. *çpaç* zu verbessern ist, und 1. *çpaç* p. 303.

gestellt scheint; noch im Minoχired findet sich *s'pazgî* (28. 29 in der Ausgabe von West p. 190 'slander, backbiting, calumny, sskr. *paiçunyam'*)«.

Da durch die obige Entwicklung sskr. *spaç* in der Bed. 'bedrängen, berühren' als nicht ursprünglich sanskritisch, sondern durch einen volkssprachlichen Reflex von sskr. *sparç* entstanden und in das spätere Sanskrit hinübergenommen erwiesen ist, so fällt damit die eine der beiden übrig gebliebenen Stützen für ein zendisches *çpaç* mit der Bedeutung 'unterdrücken' — und zwar augenscheinlich die einzige, welche tragfähig scheinen konnte. Denn für *çpazga* dürfen wir — ganz abgesehen von der immer bedenklichen Annahme einer Umstellung — es den Zendisten überlassen, sich nach einer andern Etymologie umzusehen, oder sich auch, wie das im Zend, Sanskrit und vielen alten und neuen Sprachen nicht selten geschehen muß, bei der überlieferten Bedeutung, auch ohne eine Etymologie geben zu können, zu beruhigen — selbst aber über ein Zendisches *çpaç* 'unterdrücken' unbedenklich zur Tagesordnung übergehen. Denn mit der Stütze fällt natürlich auch das, was von ihr getragen zu sein schien.

Daß aber Fick's σφίγγω u. s. w. nicht im Stande sind, ein grundsprachliches *spaķ* mit der Bed. 'drücken' u. s. w. aus den Trümmern des als nicht ursprünglich sskr. *spaç* 'bedrängen, berühren' u. s. w. erwiesenen und des irrig angenommenen zend. *çpaç* wieder aufzubauen, bedarf keiner Ausführung

Wir dürfen demnach sowohl zend. *çpaç* 'unterdrücken', als indogermanisch *spaķ* 'drücken u. s. w.' unbedenklich aus Justi's und Fick's Werken ausmerzen, ohne fürchten zu müssen, daß die beiden anerkannt tüchtigen Arbeiten

durch diese Ausscheidung an ihrem Werthe die geringste Einbuße erleiden.

§ 9.

Wir haben in Verfolgung der Aufgabe, welche wir uns in der Ueberschrift dieses Aufsatzes gestellt haben, ein so großes Nest von Irrthümern ausgehoben und so manches andere nebenher erfahren, daß es wohl nicht ganz unangemessen sein dürfte, die Hauptpunkte unsrer Ergebnisse kurz zu recapituliren.

Wir sahen zunächst, daß die Inder schon zu Yâska's Zeit — d. h. wenigstens im fünften Jahrhundert vor unsrer Zeitrechnung — wahrscheinlich aber schon viel früher trotzdem daß sich das Wort *spaça* 'Spion, Späher' im nichtvedischen Sanskrit erhalten hat, die wirkliche Bedeutung des Verbums *spaç* 'spähen, sehen' ganz aus dem Gedächtniß verloren hatten. Daraus ergeben sich zwei Folgerungen. 1., wie überaus viel älter diese Verse, oder Vedenlieder sein müssen, wenn eine in *spaça* festgehaltene und aus dem Zusammenhange fast zu errathende Bedeutung so ganz und gar aus dem Sprachbewußtsein verdrängt werden konnte; 2. wie überaus gering die indische Tradition in Bezug auf die Bedeutung der vedischen Wörter, d. h. das Verständniß der Veden überhaupt, anzuschlagen ist.

Ferner sahen wir, daß — sicherlich auch schon lange vor Yâska — denn von ihm rührt die Erklärung des vedischen *spaç* sicher nicht her, da er sich nur als unselbsständigen, beschränkten Aufzeichner von dem was vielleicht schon vor ihm schriftlich, wahrscheinlich aber nur mündlich, von den großen Lehrern in den Schulen mitgetheilt war, erweist — das vergessene *spaç* 'sehen' durch einen volkssprachlichen Reflex

von sskr. *sparç* erklärt ward. Auch daraus ergeben sich zwei wichtige Folgerungen: 1., daß unter den Mitteln die Bedeutung vergessener Vedenwörter wieder zu gewinnen eines — und wohl eines der häufigst gebrauchten — die Vergleichung ähnlich klingender Wörter der Volkssprachen bildete; 2., daß diese also schon lange vor Yâska zur Herrschaft gekommen waren (vgl. darüber Artikel 'Indien' in 'Ersch und Gruber, Encycl. d. K. u. W. II. XVII. 246 ff. und 'Geschichte der Sprachwissenschaft', S. 61).

Beide Thatsachen geben einen weiteren Beweis dafür, daß lange vor Yâska schon das ursprüngliche Sanskrit — dieses ist eben im Wesentlichen die Vedensprache — ausgestorben war und an seine Stelle andere zwar nahe verwandte, aber nicht aus ihm hervorgegangene, Volkssprachen getreten waren.

Weiter haben wir angedeutet — denn da es sich von selbst versteht, bedurfte es keiner weiteren Ausführung — wie die irrige Identification des vedischen *spaç* mit volkssprachlichen Reflexen von sskr. *sparç* zu völlig irriger Auffassung aller der Stellen führte, in denen Ableitungen dieser Wurzel vorkommen. Ferner durften wir nicht unterlassen zu bemerken, wie dieser Irrthum seine Macht über drittehalb Jahrtausende hin erstreckt hat, so daß ihr noch in letzter Zeit zwei unserer tüchtigsten Collegen unterlegen sind.

Beiläufig erhielten wir noch ein Beispiel dafür (vgl. andre in 'Geschichte der Sprachwissenschaft' S. 65 *), daß zu Yâska's Zeit der Pada-Text des Rigveda noch keineswegs zu vollständig anerkannter Herrschaft gelangt war; endlich auch ein neues für die Acht- und Gedankenlosigkeit des zwar kenntnißreichen und schreibseligen aber

*) S. Nachtrag.

ziemlich schwachsinnigen Guru von Çringêri, des bekannten Sâyaṇa, dessen Schriften aber trotz aller geistigen Mängel des Vfs. dennoch unschätzbare Hülfsmittel für das Verständniß der heiligen Schriften der Inder darbieten.

Uebersehen wir diese kurze Recapitulation, dann glaubt der Vf. dieses Aufsatzes berechtigt zu sein, schließlich aussprechen zu dürfen, daß, wenn er auch vielleicht geneigt ist, selbst zuzugestehen, daß seine eigentliche Aufgabe 'wie der Verfasser des angeführten Vârttika dazu kam eine Wurzel *spâç* anzunehmen', unerheblich ist, er dennoch in Rücksicht auf die bei der Untersuchung hervorgetretenen Ergebnisse nicht bedauert Zeit und Mühe auf die Beantwortung derselben verwendet zu haben. Möge der geneigte Leser auch die auf die Durchlesung verwandte Zeit nicht für ganz verloren halten.

Nachtrag.

Zu den in diesem Aufsatz und in der 'Geschichte der Sprachwissenschaft' S. 65 gegebenen Beispielen, welche zeigen, daß der Pada-Text nicht immer die ausschließliche Autorität, wie später, besaß, erlaube ich mir noch eines und wohl das wichtigste und interessanteste zu fügen.

Es erscheint im Rv. viermal der Lautcomplex *práṇak* I. 18,3 (= VS. III. 30); II. 23,12; VII. 56, 9 und 94,8. An allen vier Stellen hat unser Pada-Text *práṇak* als ein Wort. Die beiden Ausgaben von Max Müller haben zwar VII. 94,8 im Pada-Text *prá nak* als zwei Wörter und demgemäß hier auch in dem Saṃhitâ-Text *prá ṇaṅ*, allein M. M. theilt mir mit, daß dies nur ein Versehen sei, und daß auch hier im Pada *práṇak* als ein Wort zu schreiben sei; demgemäß also auch in der Saṃhitâ *práṇaṅ* (vgl. Aufrecht VII.

94, 8) und in dem Correcturblatt des Pada-Textes der neuen Auflage der kleinen Ausgabe, welches er mir mitschickte, ist auch so corrigirt.

Nun findet sich Pâṇ. II. 4, 80 die Regel, daß in den Veden das Verbum *naç* den ersten Aorist bildet, d. h. denjenigen, welcher nur durch Augment und die Personalendungen *am*, *s*, *t* u. s. w. gestaltet wird und hinter Consonanten die beiden letzten Endungen einbüßt. Dafür giebt der Scholiast als Beleg gerade die Worte in Rv. I. 18, 3, welche hier in der Saṃhitâ *dhûrtíḥ práṇaṅ mártyasya* geschrieben sind und ebenso VII. 94, 8 wiederkehren. Hieraus folgt aber unbedingt, daß irgend wer, entweder Pâṇini selbst, oder ein anderer Verfasser dieser Regel, oder einer der Erklärer derselben (im Mahâbhâshya, ed. Benares p. 243,a fehlt eine Erklärung) nicht, wie unser Padatext, das Wort als eins, sondern als zwei gelesen hat. Wer es gethan hat, läßt sich nicht mit voller Bestimmtheit angeben; denn das Verbum *naç* konnte in 3. Sing. Aor. nach Pâṇ. VIII. 2, 63 sowohl *nak* als *naṭ* bilden, und *naṭ* kommt Rv. VII. 104, 23, *ânaṭ* (in welchem Pâṇ. *â* als unregelmäßiges Augment nimmt, vgl. VI. 4,73, wo nach S. K. im Schol. so für *ânak* zu corrigiren ist) sehr oft vor; es konnten also Pâṇ. oder andere dieses im Sinn haben. Einer von ihnen muß aber nothwendig *nak* im Sinne gehabt haben und zwar entweder nur in den beiden angeführten Stellen, oder gar auch in den beiden anderen, in denen der Pada-Text, wie schon bemerkt, ebenfalls *práṇak* als ein Wort schreibt. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß dies der älteste unter ihnen, also wohl der Verfasser der Regel war; denn später war der Pada-Text wohl als infallible Autorität anerkannt und daß dennoch Jemand eine Belegstelle aus dem heiligsten Buche, dem Veda, ci-

tirt hätte, ohne sich zu vergewissern, wie sie im Pada-Vortrag gelautet habe, ist doch kaum denkbar. Eür diese Annahme spricht aber auch der treffliche Mahîdhara, welcher zu VS. III. 30 = Rv. I. 18, 3 ohne weiteres *pra* und *naç* als die Elemente des Wortes annimmt und sie, wie das eine *naç* ('erreichen') gewöhnlich (vgl. Naighaṇt. II. 18, wo *vi âp*), durch *pra âp* glossirt. Auch Sâyaṇa's Commentar deutet auf ein Schwanken der ihm vorliegenden Commentare: in I. 18, 3 und II. 23, 12 erklärt er das Wort aus dem Vb. *pṛin'c*, das für *práṇak*, als ein Wort gefaßt, zu Grunde gelegt wird; dagegen VII. 56,9 und 94,8 glossirt er es an erster Stelle durch *vi âp* (wie im Naigh. a. a. O. *naç* erklärt wird), an zweiter wie Mahîdhara durch *pra âp*, was nur für die Auffassung als zwei Wörter gelten kann; auch wieder ein Zeichen seiner Achtlosigkeit.

Die Pada-Gestalt läßt sich in Weber's Ausgabe der VS. leider nicht erkennen, da er in ihr die Präpositionen noch mit dem Vb. verband, auch da wo die Grammatik Trennung erfordert.

çvanín oder *çvanî*?

Von

Theodor Benfey.

§ 1.

In der Vâjasaneyi-Saṁhitâ XVI. 27 erscheint der Dativ Pluralis *çvaníbhyas*, und ebendaselbst XXX. 7 der Accusativ Singularis *çvanínam*.

Das St. Petersburger Sanskrit Wörterbuch Bd. VII. Col. 410, Z. 2 v. u. setzt als Thema

dieser beiden Casus *çvanín* an und vom Standpunkt der sanskritischen Nominalflexion läßt sich nicht allein nichts gegen diese Annahme einwenden, sondern sie scheint sogar die einzig erlaubte, ja mögliche.

Allein, trotzdem daß die Nominalflexion des sogenannten classischen Sanskrits diese Annahme so sehr zu schützen scheint, würden mich dennoch schon die Gesetze, welchen in eben dieser Phase des Altindischen die Bildung der secundären Nominalthemen unterworfen ist, gegen die Aufstellung derselben sehr bedenklich gemacht haben. Der im St. Petersburger Wtbch gegebenen Deutung gemäß könnte nämlich *çvanín* in diesem Fall nur eine Ableitung vom Nominalthema *çvan* 'Hund' durch das secundäre Suffix *in* sein, welches in der Bedeutung des Suffixes *mant* oder *vant* 'versehen mit' secundäre Nominalthemen bildet. Diese Bildung tritt bekanntlich im größten Umfang bei Themen auf kurzes *ă* ein, in ziemlich beschränktem bei Themen auf langes *â* und nur äußerst selten bei Themen auf andre Buchstaben; bei Themen auf *an* speciell, so viel mir bekannt, nur in drei Fällen, nämlich an *kárman*, *cárman*, und *várman;* in diesen drei Fällen vollzieht sich aber die Bildung ganz und gar den Gesetzen des Sanskrits gemäß, indem das auslautende *n* in *kárman* u. s. w. eingebüßt und das vorhergehende *a* durch das anlautende *i* des Suffixes *in* verdrängt, also *kárman* + *in* u. s. w. zu *karmín* u. s. w. wird. Nach dieser Analogie hätte *çván* + *in* zu *çvin* werden müssen.

Ich weiß nun zwar sehr gut, daß an die vedische Sprache der Maaßstab der Sanskrit-Grammatik nicht durchweg angelegt werden darf, daß in ihr viele Bildungen erscheinen, welche die Sanskrit-Grammatik weder kennt noch verstat-

ten würde; allein wenn diese Negative uns mehrfach das Recht giebt, Themen aufzustellen, welche mit den Gesetzen des classischen Sanskrits in Widerspruch stehen, so sind wir unzweifelhaft berechtigt aus eben derselben zugleich die Befugniß abzuleiten, auch Casusbildungen in der vedischen Sprache anzunehmen, welche in der Sanskrit-Grammatik unerlaubt sein würden.

Mahîdhara nun, der Commentator der Vâjasaneyi-Saṃhitâ, nimmt als Thema der beiden Casus eine ganz regelmäßig gebildete Zusammensetzung, nämlich *çva-nî'* an, findet also die Unregelmäßigkeiten nicht in der Themen- sondern in der Casusbildung dieser Wörter. Es ergiebt sich dadurch zwar fast dieselbe Bedeutung, wie im Petersburger Wörterbuch, aber nicht auf einem Umwege, sondern unmittelbar. Während im Ptsb. Wtb. *çvanín* (dessen etymologische Bedeutung, wenn die Auffassung desselben richtig wäre, sein würde 'mit Hunden versehen') als *adj.* gefaßt, durch 'Hunde haltend, — führend' ausgelegt wird, erhält es durch die Auffassung als Zusammensetzung von *çvan* 'Hund' und *nî* 'führen' unmittelbar sowohl adjectivische als substantivische Bedeutung, etymologisch 'Hunde führend' und 'der Hundeführer' (vgl. z. B. *grâmaṇî* etymologisch adj. 'Schaaren führend', aber nur als Subst. belegt, in der Bedeutung 'Oberhaupt einer Gemeinde' u. s. w.). Mahîdhara erklärt es zu XVI. 27 durch die Worte: *çuno nayanti te çvanyaḥ çvakaṇṭhabaddharajjudhârakâḥ çvagaṇinaḥ* d. h. sie führen die Hunde, (daher) sie *çvanyaḥ* (Hundeführer, Nomin. plur. von *çva-nî'*); sie halten die Stricke, welche den Hunden an den Hals gebunden sind (und sind) die *çvagaṇin*'. Ueber *çvagaṇin* (etymologisch: 'mit Hundeschaaren versehen') verweise ich auf das Petersbur-

ger Wtbch. unter diesem Worte und unter *çvaganika çvâganika* und *çvagana*, sowie die daselbst angeführten Stellen. Ich kann aber nicht bergen, daß mir sowohl das vedische *çva-nî́*, welches an beiden Stellen dicht neben *mrigayu* 'Jäger' erscheint, als dies erklärende *çvaganin* ein der Jagd angehöriges technisches Wort zu sein scheint, etwa mit der Bedeutung 'der die Meute der Jagdhunde haltende, oder beaufsichtigende Diener', derjenige, welcher bei uns der Rüdemann genannt wird. Doch ist das für unsern Zweck gleichgültig.

Eben so wie hier faßt Mahîdhara *çvanínam* zu XXX, 7; hier — da er es schon an der ersten Stelle erklärt hat — glossirt er es nur durch *çuno netâram*; das Wort *çunas* kann hier sowohl Genetiv Sing. als Acc. Plur. sein, da die Nomina agentis auf *tar* bekanntlich nicht bloß wie Substantiva mit dem Genetiv, sondern auch wie das entsprechende Verbum (hier, wie *nî*, also mit dem Accusativ) construirt werden dürfen. Im ersteren Fall hieße es 'der Führer des Hundes' im zweiten 'der Hunde'. Es läßt sich manches gegen die letztere Auffassung — zumal in so später Zeit — Mahîdhara gehört dem 16. Jahrhundert an — einwenden; denn obgleich die Sanskrit-Grammatik diese Construction gestattet, ist ihr eigentlicher Sitz doch in den Veden und ich weiß nicht, ob sie im späteren Sanskrit noch irgendwo belegt ist. Wäre sie hier nicht zulässig, dann wäre der 'Führer des Hundes' wohl kaum anders zu fassen, als der Diener, welcher dem Jäger seinen Hund hält und ihn zur richtigen Zeit los läßt, und wieder zurückzurufen versteht. Doch wird diese Auffassung wieder durch die zu XVI. 27 gegebene Erklärung durch *çvaganin* bedenklich, da hier nur an eine 'Koppel

von Hunden' gedacht werden kann. Doch ist auch das für unsern Zweck unerheblich.

§ 2.

Ich kann nun vorweg nicht verhehlen, daß wenn Sâyaṇa, je mehr ich seine Commentare kennen lernte, desto mehr in meiner Achtung gesunken ist, gerade das Umgekehrte in Bezug auf Mahîdhara eintrat; ich habe in ihm immer mehr einen kenntnißreichen, methodischen, bedächtig und verständig verfahrenden Erklärer schätzen gelernt. Ich bin zwar weit davon entfernt, seinen Auffassungen einen besonders hervorragenden oder gar für uns entscheidenden, bindenden Werth beizulegen — denn die Mittel, welche uns für die Erklärung der Veden zu Gebote stehen, überragen diejenigen, auf welche die Indischen Erklärer beschränkt waren, oder trotzdem, daß ihnen auch andere zu Gebote gestanden hätten, aus Verblendung und Vorurtheil sich beschränkt haben, in einem solchen Grade, daß wir berechtigt sind den Indischen Arbeiten auf diesem Gebiete im Allgemeinen nur eine untergeordnete Stellung zuzusprechen — allein in einem Falle, wie er hier vorliegt, gilt es mit großer Vorsicht alles zu überlegen, ehe man sich entschließen darf, seine Erklärung ohne Weiteres zu verwerfen.

Die Inder sind mit ihrem *bahulaṃ chandasi* d. h. — wenn auch nicht den Worten doch dem Sinne nach —: 'in der Sprache der Veden ist fast alles erlaubt', fast noch rascher bei der Hand als die heutigen Erklärer und wir sind deßhalb verpflichtet, uns zunächst die Frage vorzulegen: warum hat Mahîdhara die so nahe liegende, jedem der Sanskrit decliniren kann sich von selbst darbietende, und — wenn er die Gesetze der

Themenbildnng nicht beachtet — fast unumstößlich scheinende Annahme eines Themas *çvanín*, welches gar keine flexivische Schwierigkeit darbietet, nicht einmal erwähnt, sondern — ganz als ob keine andre möglich — eine Erklärung aufgestellt, welche in *çvanĭbhyas* ein kurzes *ĭ* zeigt, wo die Sanskrit-Grammatik ein langes fordert, und in *çvanĭnam* nicht bloß dieses kurze *ĭ* wiederholt, sondern auch vor der Accusativ-Endung *am* noch ein *n* zeigt, für welches es in der ganzen Sanskrit-Grammatik, welche statt dessen *çvanyàm* fordert, weder eine Entschuldigung noch auch nur eine Möglichkeit giebt. Daß ihm diese Schwierigkeiten nicht entgangen sind, zeigt sein Commentar zu XVI. 27, wo er die ungrammatische Kürze in *çvanĭbhyaḥ*, in der Weise, wie gewiß schon seine Vorgänger und schon Yâska in ähnlichen Fällen sich halfen, durch die Annahme erklärt, daß sie vedisch sei: *nayater hrasva ârshaḥ* 'das kurze (*ĭ*) von *nî* (wir würden sagen die Verkürzung des *î* in *nî*) ist vedisch'. Wem die Kürze des *ĭ* in *çvanĭbhyas* nicht entging, dem konnte sicher die doppelte Anomalie in *çvanĭnam* nicht verborgen bleiben, und wenn er zu XXX. 7 über dieses *n* nichts sagt, so ist dies nur ein Beweis, daß er es nicht zu erklären vermochte, und das war zu seiner Zeit auch in der That — wenigstens für einen nicht-buddhistischen Gelehrten — völlig unmöglich. Ob es aber in der alten Zeit nicht gewußt war, oder ob es gar absichtlich verschwiegen ward — denn wer hätte sich erlauben dürfen, ein Wort der heiligen Vedensprache, der Schriften, welche älter, als alles Geschaffene sein sollten, aus irgend einer Volkssprache, wohl gar aus der Trägerin des ketzerischen Buddhismus zu erklären! — das wage ich nicht zu entscheiden.

Wenn aber Mahîdhara, trotzdem daß ihm die zwiefache Schwierigkeit, welche mit der Annahme von *çvanî'* als Thema verbunden ist, nicht verborgen blieb, sie dennoch der nahe liegenden von *çvanin*, welches nur eine — in Bezug auf das Thema — darbot, vorzog, so erhält sie den Character gewissermaßen der *doctior*, ja *doctissima lectio*; man muß sich sagen: er muß für seine Annahme Gründe gehabt haben, welche für ihn so schwer ins Gewicht fielen, daß ihm *çvanin* nicht einmal erwähnenswerth schien. Ob diese Gründe grammatische waren — etwa in negativer Beziehung auf der Anomalie der Themenbildung, in positiver auf einer genaueren Kenntniß der Eigenthümlichkeiten der Vedensprache beruhend — oder bloß auf der überlieferten Autorität beruhten, wage ich nicht zu entscheiden (vgl. weiterhin). Wahrscheinlich jedoch ist mir in letzterem Fall, daß in letzter Instanz die Annahme aus einer Zeit stammt, wo man noch das Wort *çvanî'* in seiner technischen Bedeutung kannte und ebenso auch die Analogieen, auf denen die anomale Flexion beruht.

§ 3.

Der Schluß des vorigen § deutet schon an, daß, wie nach den Erfahrungen der Textcritik gewöhnlich die doctior lectio, so hier die doctior explicatio sich als die richtigere oder vielmehr einzig richtige erweisen wird.

Das kurze *ĭ* in *çvanĭ'bhyas*, für grammatisches *çvanî'bhyas*, hat seine vollständige Analogie in zwei Dativen der Vedensprache von anderen Zusammensetzungen mit *nî*, nämlich in *ṛitanĭ'bhyas* Rv. II. 27, 12 von *ṛita-nî'* und *senânĭ'bhyas* Vâjas. S. XVI. 26 von *senâ-nî'*. Sâyaṇa glossirt im Rv. das Wort durch *ṛitasya satyasya vâ ne-*

ṛibhyaḥ, ohne weitere Bemerkung über die Kürze des *ĭ*; Mahîdhara dagegen vergißt auch hier nicht *hrasvaç chândasaḥ* hinzuzufügen: die Kürze (des i) ist vedisch'. Im Ptsb. Wtbch. ist *ṛitanĭ'bhyaḥ* ausdrücklich, jedoch ohne Bemerkung über die Kürze des *i*, unter *ṛitanî'* gestellt (Bd. I. 1049), unter *senânî'* fehlt zwar die Stelle der VS., in welcher *senânĭ'bhyas* vorkömmt, doch gewiß nur zufällig, was freilich als ein Versehen zu betrachten ist, da die Anomalie die Anführung eigentlich bedingt hätte. Graßmann hat die Verkürzung in *ṛitanĭ'bhyas* nicht unbemerkt gelassen.

Die Berechtigung trotz dieser Verkürzung für *çvanĭ'bhyas çvanî'* als Thema anzunehmen, steht demnach fest. Dennoch verstatten wir uns noch einige analoge Fälle hinzuzufügen, um den Weg zur Erkenntniß des Grundes dieser Verkürzung anzubahnen, oder anzudeuten.

Dieselbe Verkürzung finden wir, ebenfalls vor *bhyas* in *nâ'rĭbhyas* von *nâ'rî* Rv. I. 43,6; VIII. 77 (66), 8, wo Sâyaṇa über die Kürze des *ĭ* kein Wort verliert, obgleich er schwerlich, wie das Ptsbg. Wtbch. und Graßmann, jenes ein Nebenthema der älteren Sprache, dieser ohne weiteren Zusatz ein Nebenthema *nâ'rĭ* mit kurzem *ĭ* annimmt (über den Locativ *nâ'rĭshu* und den Nomin. Sing. *nâ'ris*, welche dafür zu sprechen scheinen könnten, s. weiterhin).

Ferner erscheint Verkürzung des *î* in *gaṇaçrĭ'bhis* Rv. V. 60,8, welches vom Petersb. Wtbch. mit Recht — wenn auch ohne weitere Bemerkung — unter *gaṇaçrî'* gesetzt ist. Mit Unrecht hat Graßmann *gaṇaçrĭ'* mit kurzem *ĭ* angenommen; denn im Rv. und wohl in den Veden überhaupt giebt es kein Nominalthema auf *çrĭ*, sondern nur solche auf *çrî*. Man vergleiche

agniçrî́ (in *agniçríyaḥ* III. 26, 5 Nom. pl.), *adhvaraçrî́* (in °*çriyam*, °*çríyas*), *abhiçrî́* (°in °*çrî́s*, °*çriyam*, °*çriyấ* Dual, °*çriyas*), *kshatraçrî́* (in °*çrî́s*, °*çriyam*), *kshîraçrî́* (in °*çrî́s*, VS. VIII. 57; TS. IV. 4. 9. 1), *ghṛitaçrî́*, (in °*çrî́s*, °*çriyam*, °*çriyấ* Dual); *janaçrî́* (in °*çriyam*), *darçataçrî́* (in °*çrî́s*), *devaçrî́* (in °*çrî́s* VS. XVII. 56), *maryaçrî́* (in °*çrî́s*), *yajn'açrî́* (in °*çriyam*), *saktuçrî́* (in °*çrî́s* VS. VIII. 57; TS. IV. 4. 9. 1), *suçrî́* (in °*çriyam*, °*çriyos*), *hariçrî́* (in °*çríyam*).

Man könnte zwar die Kürze des *ĭ* in *gaṇaçrĭ́bhis* an der angeführten Stelle, der einzigen in der es vorkömmt, auch durch den Einfluß des Metrums erklären — denn es steht in der 11ten Silbe eines zwölfsilbigen Stollens, welche fast ausnahmslos kurz ist — aber da wir schon an mehreren Stellen Verkürzung von *î* eintreten gesehen haben und noch sehen werden, brauchen wir — wenigstens in diesem Stadium der Untersuchung — keinen Anstand zu nehmen, sie auch hier nicht speciell dem Metrum zuzuschreiben.

Haben wir nun aber einerseits Fälle genug, um diese Verkürzung zunächst als Thatsache hinzustellen, andrerseits festgestellt, daß im Veda kein Thema auf *çrĭ* auslautete, sondern alle auf *çrî*, so dürfen wir unbedenklich auch in *veshaçrĭ́s* TS. III 5. 2. 5 und sonst (s. Ptsb. Wtbch. u. d. W.) eine Verkürzung von *î* anerkennen, und auch hier als Thema *veshaçrî́* aufstellen.

Die Verkürzung erscheint aber ferner auch vor der Endung des Locativ Pluralis. So im Sv. Naigeya - Çâkhâ VII. 2, 1 (Siegfried Goldschmidt in Berliner Monatsber. 1868, April, S. 231, vs. 11) *róhiṇĭshu* von *róhiṇî*, Femin. von *róhita*, wo aber Rv. in der entsprechenden Stelle (VIII. 93 (82), 13) *róhiṇîshu* hat, wie auch das Metrum fordert (*ṇî* bildet die 10te Silbe in einem

zwölfsilbigen Stollen); ebendaselbst hat der Pada-Text *párushṇĭshu*, aber die Sa*m*hitâ, wie Rv., *párushṇîshu*; welche Leseweise im letzteren Fall die richtige sei, ist nach dem vorliegenden Material schwer zu entscheiden; die Wahrscheinlichkeit spricht, wenn *róhiṇĭshu* feststeht, auch für *párushṇĭshu*; doch ist die Frage wie gesagt noch nicht entscheidungsfähig.

Dagegen haben wir sicher *nấrĭshu* (für *nấrîshu*) Rv. X. 86, 11 = Ath. XX. 126, 11. Auch hier könnte die Verkürzung dem Metrum zugeschrieben werden; denn *ri* bildet die 7te Silbe in einem achtsilbigen Stollen, welche in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle kurz ist; allein die schon vorgekommenen Verkürzungen scheinen auch hier für jetzt dafür zu sprechen daß die Kürze nicht speciell dem Einfluß des Metrums zuzuschreiben ist, sondern einem Schwanken der Quantität des *i* in den auf *î* auslautenden Themen. Bemerkenswerth ist daß gerade *nârĭsu* mit kurzem *ĭ* auch im Pâli vorkömmt, obgleich hier — bei der Identität der Declination der Feminina auf *ĭ* und *î* — die Länge auch für *nârĭ* nothwendig gewesen wäre; freilich ist auch dies ein Fall, wo sich die Kürze durch das Metrum erklären läßt (vgl. E. Kuhn, Beiträge zur Pâli-Gr. 81).

Damit die hieher gehörigen Fälle, welche mir gerade zugänglich sind, erschöpft sein, will ich endlich noch *várûtrĭm* in TS. IV. 2. 10. 3 erwähnen; doch weiß ich nicht ob es nicht vielleicht nur ein Druckfehler ist; denn die entsprechende Stelle der VS. XIII. 33 hat *várûtrîm* mit langem *î* und in Weber's Ausgabe der TS. ist keine V. L. angegeben. Doch wäre die Verkürzung vor *m* eben so gut möglich, wie vor *s* in *veshaçrĭ́s* (S. 652) und für die Wahrscheinlichkeit der Verkürzung spricht das im folgenden § zu erwähnende,

ebenfalls in der TS. erscheinende, *várûtrayas*, statt dessen die VS. in der entsprechenden Stelle das vedisch-regelrechte *várûtrîs* hat, und Weber's Ausgabe der TS. auch keine V. L. erwähnt.

§ 4.

Fassen wir nämlich die im vorigen § aufgezählten Erscheinungen zusammen, so können wir sie als solche bezeichnen, in denen sich ein Uebergang der Themen auf *î* in die Declination derer auf *ĭ* kund giebt.

Diese Erscheinung zeigt sich aber in den Veden noch in viel auffallenderer Weise, nämlich in Bildungen, in denen sich nicht, wie in den besprochenen, bloß eine Verkürzung des *î* zeigt und etwa annehmen ließe — d. h. eine bloß phonetische Umwandlung — sondern in denen die Themen auf *î* nach den sehr abweichenden Flexionsgesetzen der Themen auf *ĭ* behandelt sind.

So zeigt sich im Rv. X. 95,6 *aruṇáyas* als Nom. pl. von *aruṇî'*, Fem. von *aruṇá*, während Rv I. 140, 13 die regelrechte Form *aruṇyàs* erscheint, aber zu sprechen *aruṇĭ'as* (für ursprüngliches *aruṇî'as*, mit Verkürzung des *î* wegen des folgenden Vocals), ferner von *kshoṇî'* Rv. X. 22,9 *kshoṇáyas*, neben *kshoṇî's*. In der TS. erscheint von *pátnî* (bekanntlich für indogermanisches *pátniâ* = πότνια) als Nom. pl. *pátnayas* II. 5. 6. 4; V. 1. 7. 2; 2. 11. 2 (wo aber die VS. in der entsprechenden Stelle XXIII. 36 beidemal die regelmäßige vedische Contraction des ursprünglicheren sanskritischen Nom. pl. *pátnias* zu *pátnîs* hat (*iâ* zu *î*), die TS. aber diese Form zum zweitenmal, so daß hier *pátnayas* und *pátnîs* fast dicht nebeneinander vorkommen); endlich noch V. 5. 4. 1. VII. 5. 8. 3. Eben so hat die TS. IV. 1. 6. 2 das schon am Schluß des vorigen §

erwähnte *várûtrayas* von *várûtrî* (wo aber VS. in der entsprechenden Stelle XI. 61 *várûtrîs* liest) und eben so V. 1. 7. 2; ferner *garbhíṇayas* von *garbhíṇî* II. 1. 2. 6; *revátayas* von *revátî* V. 2. 11. 1 (wo die VS. in der entsprechenden Stelle XXIII. 35 das regelrechte *revátyas* bietet); endlich *çákvarayas* von *çákvarî* V. 4. 12. 2.

Diesen Stellen zufolge und insbesondere wegen des im Rv. selbst nachgewiesenen *aruṇáyas* werden wir unbedenklich für den Nom. pl. *áhrayas* Rv. IX. 54,1 = Sv. II. 1. 2. 16. 1 = VS. III. 16 = TS. I. 5. 5. 1 nicht mehr, wie von mir vor acht und zwanzig Jahren (im Glossar zum Sâmaveda, S. 20), im Ptsb. Wtbch. sieben Jahr später und von Graßmann noch vor drei Jahren geschehen, *áhrĭ*, sondern mit dem vortrefflichen Commentar Mahîdhara's zu der angeführten Stelle der VS., *áhrî* von dem Verbum *hrî* 'sich schämen', oder dem gleichlautenden Namen 'Scham' als Thema aufstellen; vgl. den Nom. sing. *áhrîs* im Çatap. Br. XI. 3. 3. 5. Sâyaṇa giebt zum Rv. keine etymologisch-grammatische Erklärung, sondern nur eine interpretatorische Glosse, welche andeutet, wer mit diesen *áhrayas* gemeint sei, nämlich *kavayas*.

Wie hier von Themen auf *î* der Nom. pl. den Themen auf *ĭ* folgt, so in *arundhatî́* (vgl. Acc. Sing. *arundhatî́m* Ath. VIII. 7,6) einmal der Vocativ indem er *arundhate* lautet Ath. XIX. 38,1, während er in demselben Veda IV. 12,1; V. 5, 5; 9; VI. 59,1; 2 die regelrechte Form *arundhatĭ* bietet.

§ 5.

Das Eindringen von Formen der *ĭ*-Declination in die Themen auf *î*, welches uns hier entgegen getreten ist, erinnert an die Declination des Pâli und Prâkrits, wo die der Themen auf *ĭ* und

î und ŭ und û identisch geworden ist (vgl. E. Kuhn, Beiträge z. Pâli-Gr. S. 79 ff; Lassen, Inst. l. Pracr. p. 290; 291). Freilich tritt ein gewisser Gegensatz zwischen den bisher erwähnten vedischen Formen und denen des Pâli und Prâkrit darin hervor, daß während dort die -ĭ Declination die Oberhand gewinnen zu wollen scheint, hier vielmehr der lange Vocal sich mehr geltend macht. Im Pâli zwar hat sich die Kürze noch im ganzen Sing. sowohl im Msc. als Fem. erhalten, während sie im Prâkrit auch hier — in dem Nomin. *aggî*, und Ablat. *aggîdo*, *aggîhi*, Fem. noch °*îâ*, °*îe*, Msc. °*û*, °*ûdo*, °*ûhi*, Fem. noch °*ûâ*, °*ûe* — lang geworden ist. Im Plur. dagegen hat sich die Länge — abgesehen von einer Nebenform des Nom.-Voc.-Acc. pl. — durchweg geltend gemacht, im Prâkrit Msc. und Fem. °*îo*, °*îhim*, °*înaṃ*, °*îsu*; °*ûo*, °*ûhiṃ*, °*ûnaṃ*, °*ûsu*; im Pâli Msc. und Fem. °*î* (augenscheinlich eine Zusammenziehung aus einer Form, welche dem Prâkritischen °*îo* entspricht und wie diese gewissermaßen auf sskr. °*îas* beruht), °*îbhi*, °*îhi*, °*înaṃ*, °*îsu*; °*û* (= prâkrit. °*ûo*, wie °*î* = °*îo*), °*ûbhi*, °*ûhi*, °*ûnaṃ*, °*ûsu*. Die Nebenformen des Nomin.-Voc.-Acc. Pl. schließen sich im Pâli eng an die sskr.: im Msc. *ayo* und *avo* = sskr. *ayas*, *avas*, welche hier jedoch nur für Nom.-Voc. gelten; im Fem. *iyo* und *uvo* = sskr. *iyas* und *uvas* welche im Sskr. wiederum den Themen auf î und û angehören. Im Prâkrit ist der Reflex von sskr. *ayas* und *avas*, nämlich *ayo* und *avo* sehr selten (Lassen 309); dagegen hat sich für das Msc. noch eine Nebenform *iṇo uṇo*, mit kurzem ĭ, ŭ gebildet, von welcher in § 13 die Rede sein wird.

Aber auch dies Eindringen der î-Declination in die Themen auf ĭ ist in den Veden nicht

ohne Beispiel, so in der Sa*m*hitâ, nicht aber im Pada, der TS. (vgl. TPr. III. 7), in *vyâ'hṛitîbhis,* von *vyâ'hṛiti* I. 6. 10. 3; *â'hutîbhis*, von *â'huti* II. 6. 9. 4; *svâ'hâkṛitîbhyas* VI. 3. 9. 5; *hrâdúnîbhyas* VII. 4. 13. Rv. hat in der That *hrâdúni* mit kurzem *i* I. 32, 13 und damit übereinstimmend Çâtap. Br. XII. 8. 3. 11 den Vocat. *hrâdune*. Die VS. dagegen hat XXII. 26, wie TS. *hrâdúnîbhyas*, aber wie es scheint, auch im Pada; wenigstens finde ich im VPr. keine Regel, wonach das *î* in der Sa*m*hitâ gedehnt wäre. Das Petersb. Wtbch führt noch eine Stelle der VS. (XXVI. 9) an, welche aber irrig citirt ist und von mir in diesem Augenblick nicht aufgefunden. In Uebereinstimmung hiermit hat TBr. III. 12. 7. 3 den Nomin. *hrâdúnîs*. Ferner *çróṇîbhyâm* von *çróṇi* V. 7. 15 und VII. 3, 16,2; *pṛishṭîbhis* von *pṛishṭí* V. 7, 17 und *pṛishṭî'bhyas* VII. 3, 16, 1; *pṛishṭî'bhis* hat auch Ath. XII. 1,34, aber, nach dem Mangel einer Regel über die Dehnung in Ath. Pr. zu schließen, auch im Pada. Dann *citî'bhyâm* von *cití* V. 7, 5, 2. Endlich *óshadhîbhyas* II. 1, 5, 3, von *óshadhi*. Nach Pâṇ. VI. 2, 132 tritt in diesem Thema *î* statt *i* in den obliquen Casus im Veda ein, und so finden wir denn auch im Rv. *óshadhîbhis*, *óshadhîbyas*, *óshadhîshu*, aber auch im Pada-Texte, weil der Rv.-Pada die Dehnung als grammatisch geregelt anerkennt.

Hieher gehört auch die vedische Dehnung des *i* von *ákshi* im Instrum.-Dat.-Abl. Dual. *akshî'bhyâm* (zugleich mit Versetzung des Accents) Rv. X. 163, 1 = Ath. II. 33, 1 (vgl. Pân. VII. 1, 77).

Umgekehrt ist von *viçruti* der Vocativ *víçruti* (nicht *víçrute*) gebildet VS. VIII. 43 = TS. VII. 1. 6. 8.

Ich könnte noch manches hinzufügen, doch

scheint das gegebene hinlänglich genügend, um zu erweisen, daß schon in den uns überlieferten Vedentexten die Declination der Themen auf *ĭ* und *î* sich in einzelnen Fällen zu identificiren beginnt, also manche Spuren des Processes zeigt, welcher in den uns bekannten alten Volkssprachen zum Abschluß gelangt ist.

§. 6.

Ist hier der Anfang dieser Entwickelung wirklich zu erkennen, dann läßt sich, wie mir scheint, auch der Punkt nachweisen, von wo sie ihren Ausgang nahm.

Beachten wir nämlich einerseits die Verkürzung des *î* im Nominativ Sing. des Themas *veshaçrî'*, nämlich *veshaçrĭ's*, andrerseits das gegen die Regel in den Veden so häufig an mehrsilbige Themen auf *î* tretende *s* des Nomin. Sing. Fem. und erinnern uns des prototypischen Einflusses der Form des Nominativ Sing. — denn in ihr kommt das Wort zum allgemeinen Sprachbewußtsein (frägt man z. B. wie wird die oder jene Sache bezeichnet, so wird im gewöhnlichen Leben das entsprechende Wort im Nominativ Sing. genannt) — dann können wir uns kaum des Gedankens enthalten, daß hier der Ausgang dieser Entwickelung zu suchen ist.

Es ist bekannt, daß in so ziemlich allen mehrsilbigen Fem. auf *î* des Sanskrits dieses *î* eine Zusammenziehung von ursprünglichem *iâ* ist (vgl. z. B. sskr. *pî'varî* = griech. *Πιερία* und *πίειρα*). Dieses auslautende *â* hatte natürlich ursprünglich eben so wenig das Zeichen des Nomin. Sing. *s*, wie die übrigen Feminina auf *â* und damit stimmt auch die Regel, welche im classischen Sskrit fast ausnahmslos auch hinter diesem aus *iâ* entstandenen *î* das *s* verbietet.

In den Veden findet sich aber eine ziemlich beträchtliche Anzahl von Ausnahmen, in denen das *s*, welches in so vielen Categorien von Themen als Zeichen des Nomin. Sing. Masc. und Fem. erschien und sich demgemäß als dessen nothwendigen Exponenten geltend machte, in Folge davon auch hier hinzugefügt wird; so von *aruṇî'*, Nom. Sing. *aruṇî'-s* Rv. IV. 1,16; 14, 3. von *kalyâṇî'*: *kalyâṇî'-s* Rv. III. 53,6; von *kshoṇî'*: *kshoṇî'-s* Rv. VIII. 3, 10 = Ath. XX. 9, 4; von *gaurî'*: *gaurî'-s* Rv. I. 164, 41 (= Ath. IX. 10, 21, wo aber V.L. *gaúr íd*); von *dûtî'*: *dûtî'-s* Rv. X. 108, 2; 3; 4 und TS. II. 5, 11, 5; von *devî'*: *devî'-s* Ath. VI. 59, 2 (im Rv. nur und sehr oft der Regel gemäß *devî'*); von *man'galî'* *) in *á-durma'galî-s* Rv. X. 85, 43 (= Ath. XIV. 2, 40 wo aber der Regel gemäß °*lî*); ferner in *su-man-galî'-s* Rv. I. 113, 12 und X. 85, 33 = Ath. XIV. 2,18; dann von *mahishî'*: *mahishî'-s* TS. I. 2,12, 2 (Rv. hat *mahishî'* der Regel gemäß); von *yamî'* *yamî'-s* Rv. X. 10, 9 = Ath. XVIII. 1, 10; von *lalâmî'*: *lalâmî-s* Rv. I. 100, 10; von *viçvarûpî'*: *viçvarûpî'-s* TS. I. 5, 6, 2 und 8, 2 (= VS. III. 22, wo aber regelmäßig *viçvarûpî'*); von *vṛikî'*: *vṛikî'-s* Rv. I. 117, 18; 183, 4; *çákvarî*: *çákvarî-s*: TS. III, 4, 4, 1; von *çabalî'*: *çabalî'-s* TS. IV. 3, 11, 5; von *sasarparî'*: *sasarparî'-s* Rv. III. 53, 15; 16; von *si͜hî'*: *si͜hî'-s* TS. I. 2. 12. 2 (= VS. V. 10, wo aber der Regel gemäß *si͜hî'*) und VI, 2. 7. 1 (vgl. Pada bei Weber); von *starî'*: *starî'-s* welches aber auch in der classischen

*) Vgl. Vârt. 2 zu Pâṇ. V. 2. 109, wo Rv. X. 85,33 citirt ist; es ist Suff. *î* angenommen wie Uṇṇâdi III. 158 ff., weil in den dadurch gebildet sein sollenden femin. Wörtern auch im classischen Sanskrit an das Thema auf *î* das nominativische *s* tritt, vgl. Vollst. Gramm. § 718 2, 2. Ausn. c., wo S. 294 Z. 20 statt 228 zu corr. ist **226**.

Sprache *s* annimmt (s. an den in der Note angeführten Orten), doch ist der Nom. sing. in dieser noch nicht belegt, in den Veden dagegen nicht selten, s. die Stellen des Rv. bei Graßmann, der TS. bei Weber in Ind. Stud. XIII. 101.

§. 7.

Das in der Saṃhitâ Rv. I. 140, 9 vorkommende *vartanî's*, statt dessen der Pada-Text *vartanî'ḥ* hat (s. RPr. 259), habe ich nicht erwähnt, weil die Dehnung entschieden nur Folge des Metrums ist — °*nîs* bildet nämlich die 10te Silbe eines zwölfsilbigen Stollens — und im Rv. nur Thema *vartanî'* erscheint. Sonderbarer Weise hat Graßmann *vartanî's* für Acc. Plur. genommen und ebenso auch Alfr. Ludwig, welcher sich das Verständniß der Stelle dadurch unmöglich gemacht hat; irriger Weise haben beide auch *çyénî* verkannt; letzteres übersetzt Ludwig durch 'Falke' und sogar im Genetiv. Dagegen hätte ihn schon der Accent bedenklich machen sollen, welcher, nach Analogie von *çyenấ*, auf die letzte Silbe hätte fallen müssen; freilich weicht der Veda in der Accentuation nicht selten von den grammatischen Regeln ab und *çyenî'* kommt im Veda nicht vor; allein ehe man eine Anomalie annimmt, wird man stets zu versuchen haben, ob nicht bei Befolgung der grammatischen Regeln ein guter Sinn erzielt wird und dies ist hier entschieden der Fall; *çyénî* ist das regelmäßige Feminin von *çyéta* (Pâṇ. IV. 1, 39) und Sâyaṇa, der hier gutem Vorgang gefolgt sein muß — denn seine Erklärung ist wesentlich ganz richtig — glossirt es durch *çyâma* 'schwarz'; Graßmann der es richtig als Fem. von *çyéta* faßt, meint — aber irrig — daß es die Morgenröthe bezeichne. Von dieser ist in

diesem Verse gar nicht die Rede; er giebt — wie bei Sâyaṇa richtig erkannt ist — die Schilderung eines Waldbrands und in dem ganzen Verse ist nur ein Wort zweifelhaft, nämlich das ἅπ. λεγ. *tuvigrá*. Sâyaṇa schlägt zwei Erklärungen 'mächtig schreiend' und 'gewaltig gehend (eilend)' vor. Alfr. Ludwig hat sich für die letztere Bedeutung entschieden und übersetzt 'sehr beweglich'; das Petersb. Wörterbuch hat eine dritte 'mächtig verschlingend', welcher auch Graßmann folgt. Ich entscheide mich für Sâyaṇa's erste von *gar* für *gara* wie *dhar* für *dhara* als hinteres Glied von Zusammensetzungen. Sie paßt sehr gut in den Zusammenhang; doch ist das nicht entscheidend; die Erklärung von ἅπ. λεγ., zumal wenn sie nur als Epitheta erscheinen, bleibt so lange zweifelhaft, bis man sie vermittelst Parallelstellen sicher zu stellen vermag; dann liegen gewissermaßen, wie ich mich auszudrücken pflege, Inscriptiones bilingues vor, welche sich einander aufhellen. Ich glaube fast es giebt solche im Veda auch für *tuvigrá*, doch erlaubt mir meine Zeit nicht, jetzt danach zu suchen. Ich will lieber den Vers meiner Auffassung gemäß übersetzen. Wer Sâyaṇa's Commentar vergleicht, wird bemerken, daß ich mich nur wenig von ihm entferne. Der Vers lautet:

adhîvâsám pári mâtû' rihánn áha
tuvigrébhiḥ sátvabhir yâti ví jrâyaḥ |
váyo dádhat padváte rérihat sádâ
ánu çyénî sácate vartanî'r áha ||

'Ringsum beleckend (d. h. verbrennend) wahrlich das Kleid der Mutter (d. h. alle Pflanzen, welche die Erde bedecken) schreitet er (Agni, das Feuer) mit lautbrüllenden Thieren (zusammen) durch die Weite (d. h. verbreitet er sich zugleich mit den sich flüchtenden und vor Angst

lautbrüllenden Thieren über weite Strecken), Kraft gebend (allem) was Füße hat (d. h. alles, was sich bewegen kann, treibt er zur Flucht), unaufhörlich heftigst leckend (d. h. fort und fort und mit immer mehr zunehmendem Brand verbrennend). Eine schwarze Straße wahrlich ziehet hinter ihm her (d. h. und alles, was er hinter sich läßt, ist verkohlt)'.

§. 8.

Sehen wir nun daß das *î* von *çrî* in *veshaçrí* im Nom. S. verkürzt ward, so liegt die Vermuthung nahe, daß dies auch in diesen anomalen Nomin. sing. auf *îs* von femin. Themen auf *î* geschehen konnte und ein entschiedenes Beispiel der Art bildet das Thema *araṇyânî*; denn daß dieses auf *î* auslautete, wird von Pâṇini, Vopadeva und im Amara Kosha mit Recht angenommen, und so ist auch der Vocativ *áraṇyâni* Rv. X. 146, 1 nach den Regeln der *î*-Themen gebildet. Der Nom. dagegen lautet in demselben Liede mit kurzem *i* und *s* *araṇyânĭs*; nach Analogie von *veshaçrĭ's* für °*çrîs* dürfen wir unbedenklich wagen ein *araṇyânîs* als vermittelndes Glied anzunehmen. Dasselbe dürfen wir aber dann auch für den neben dem regelmäßigen Nom. si. *nâ'rî* erscheinenden N. s. *nâ'rîs* (VS. XXXVII. 1 = TS. I. 3. 1) uns verstatten; desgleichen für den neben *râ'trî* (im Rv. **nur**) in der TS. I. 5, 9, 2 erscheinenden Nom. sing. *râ'tris*; ebenso auch für den Nom. si. *naptî's* (Ath. IX. 1, 3; 10) vom Thema *naptî'*. Dies letzte Beispiel würde noch entscheidender sein, wenn wir uns verstatten dürften in *naptî's* (Rv. IX. 69, 3) mit Graßmann einen Nom. sing. zu erkennen; allein mir scheint diese Form hier mit Sâyaṇa als Accus. Pl. gefaßt werden zu müssen.

Konnten aber diese irregulären Nominative sing. auf *îs* sich zu *is* verkürzen, so lag es nahe, daß durch den Einfluß des Nom. Sing. das Thema neben den regelmäßig sich an *î* schließenden Casus auch solche nach Analogie der Themen auf *ĭ* bildete; demgemäß fanden wir gerade von *aruṇî́*, welches im Nomin. sing. *aruṇî́-s* hat, nach Analogie der Themen auf *ĭ* im Nom. pl. *aruṇáyas* neben dem regelmäßigen *aruṇyàs*: von *kshoṇî́* Nom. Sing. *kshoṇî́s*, im Nom. pl. *kshoṇáyas*; von *çákvarî* Nom. Sing. *çákvarîs*: Nom. pl. *çákvarayas.* Natürlich lag dieser Uebertritt in die Declination der *ĭ*-Themen noch näher, wo der Nomin. Sing. neben der regelmäßigen Form auf *î* schon *ĭs* mit kurzem *ĭ* zeigte, wie in *nā́ris* im Instr. Pl. *nā́rĭbhis*, Loc. *nā́rĭshu*, *araṇyânî́*, Nom. S. *araṇyânĭ́s*, Acc. S. *araṇyânĭ́m* (Ṛv. X. 146, 6); und manche ursprüngliche Themen auf *î* mögen nun dadurch ganz zu Themen auf *ĭ* geworden sein, wie z. B. *yuvatî* regelmäßiges Feminalthem von *yúvant*, der ursprünglichen Form von *yúvan*, schon im Ṛv. durchweg zu einem Thema *yuvatĭ́* geworden ist, obgleich die Grammatik und die spätere Sprache auch die organischere Form *yuvatî* kennt.

Indem durch dieses Eindringen der Declination der Themen auf *ĭ* in die der Themen auf *î* diese beiden Declinationen dem Sprachbewußtsein gegenüber sich immer mehr identificiren mußten, fingen die Themen auf *ĭ* auch an der Declination derer auf *î* zu folgen, wie in den § 5 angeführten Fällen *vyấhṛitîbhis* u. s. w., speciell *hrâdúnîbhyas*, mit dem nach Analogie des Nom. sing. auf *îs* aus Themen auf *î* gebildeten Nominat. Sing. *hrâdúnîs* im TBr. III. 12, 7, 3.

Diese in den Veden erst sporadisch erscheinende Mischung der Declination von Themen

auf *i* und *î* konnte natürlich endlich den Zustand des Pâli und Prâkrit herbeiführen, wo die Declination der Fem. auf *î* und *i* wesentlich identisch ist. Ein ähnlicher Zustand scheint auch im Sanskrit selbst eingetreten zu sein, wie die Regeln andeuten, welche in der Vollst. Gramm. der Sanskritspr. § 703, 2, b nach dem Gaṇa *bahu* zu Pân. IV. 1,45 mitgetheilt sind und fast von allen Fem. auf *î* Fem. auf *i* zu bilden erlauben, d. h. verstatten, sie nach der *î*- oder *i*-Declination zu flectiren, wofür aber das classische und selbst das epische Sanskrit so gut wie gar keine Belege liefern.

§ 9.

Ist aber diese Erklärung für den Wechsel von *î* und *i* in den angeführten Fällen zulässig — d. h. hängt er mit der Identificirung der Declination der Themen auf *î* und *i* in den Volkssprachen zusammen — dann entsteht die Frage, ob er nicht erst in der Zeit der Corruption in die Veden eingedrungen und demgemäß — wenn gleich in dem überlieferten Text zu bewahren — doch bei dem Versuch, die ursprüngliche Gestalt desselben wiederherzustellen, zu entfernen ist. Dafür, daß diese Frage zu bejahen ist, spricht der Umstand, daß sich im gewöhnlichen Sanskrit nur sehr wenige Fem. — außer denen, welche zugleich Masculina sind — auf *i* finden, welche im Nom. sing. auf *is* auslauten und von der Mischung der Declination der Fem. auf *î* und *i* so gut wie gar keine Spur. Doch spricht auch einiges dagegen, nämlich unverkennbare Spuren davon, daß schon in der Grundsprache ursprüngliche Themen auf *iâ*, vermittelst Zusammenziehung zu *î*, sich zu Themen auf *î* verkürzt haben. Diese Frage ist zu umfassend,

als daß sie hier so nebenher discutirt zu werden vermöchte. Bemerken will ich nur noch, daß die Ausmerzung dieser Formen mit Leichtigkeit vollziehbar ist. Wo Position folgt, kann der thematische Vocal *ĭ* oder *î* ohne weiteres hergestellt werden; eben so vor einfachem Consonanten, wenn das Metrum es verstattet; wo aber das Metrum eine nicht thematische Kürze oder Länge fordert, ist sie eben durch den in den Veden so mächtigen Einfluß desselben herbeigeführt. In Formen, wie *aruṇáyas,* ist dann entweder nach indischer Weise *aruṇíyas* (vgl. Weber Ind. St. XIII. 104 ff. und im Pâli z. B. *rattiyo*, welches einem sskrit. *rấtriyas*, *râtryas* entspricht), oder nach der unsrigen, *aruṇı́ ́as*, für die organische Form *aruṇî́as*, mit Verkürzung vor dem folgenden Vocal, zu lesen.

§ 10.

Wir kehren jetzt zu unsrer eigentlichen Aufgabe zurück, von welcher wir in § 4 ff. abgekommen zu sein scheinen mögen. Denn genau genommen war schon in § 3 vollständig gezeigt, daß die Form *çvanı́bhyas* keinen Grund gegen die Annahme gewähre, daß sie von *çvanî́* stamme.

Wie ist es aber nun mit der Form *çvanínam?* Jeder, welcher das Sanskrit einzig ins Auge faßt, wird es für unmöglich erklären, daß auch diese von einem Thema *çvanî́* stammen, deren Accusativ sing. sein könne; und mit vollem Recht; allein wir haben schon an einigen Beispielen gezeigt, daß die Volkssprache von Einfluß auf die Sprache war, in welcher die Veden uns jetzt vorliegen und wir haben in *çvanínam* einen ganz regelmäßigen Accus. sing. vor uns, aber nicht nach den Gesetzen des Sanskrits, sondern nach denen der Pâli-Sprache gebildet. Aus Mi-

nayeff' Pâli - Grammatik § 87 (vgl. E. Kuhn, S. 87) wissen wir, daß die masculinaren Themen auf *i*, speciell die zusammengesetzten, welche als hinteres Glied das als Nomen agentis gebrauchte Verbum *nî* haben, im Accusativ Singularis das *î* verkürzen und als Casus-Endung *nam* haben, z. B. dem sskr. Acc. sing. *grâmaṇyàm* von *grâmaṇî́* entspricht in diesem Casus *gâmaṇĭnam*; fände diese Bildung auch im Sanskrit Statt, so würde dieser Form sskr. *grâmaṇĭ́nam* entsprechen; ihr entspricht augenscheinlich das hier vorliegende *çvanĭ́nam* von *çvanî́*. Wir haben demnach in ihm wiederum (vgl. diese 'Nachrichten' Nr. 18 S. 446) einen Einfluß der Volkssprachen auf die der Veden zu constatiren und an der Richtigkeit der von Mahîdhara für *çvanĭ́bhyas* und *çvanĭ́nam* aufgestellten Ableitung von *çvanî́* kann kein Zweifel mehr aufkommen.

§. 11.

Was nun den Antritt von *nam* statt *am* im Acc. si. betrifft, so ist er in den Volkssprachen keineswegs auf diese Themen auf *î* beschränkt und auch im Veda und im Mahâ Bhârata zeigen sich noch einige Spuren desselben. So tritt es im Pâli im Thema *sakhi* an und zwar — wieder ein Zeugniß für den prototypischen Einfluß des Nominativ Singul. — nicht an die thematische Form, sondern an die des Nominativs, *sakhâ*, Acc. Sing. *sakhâ-nam* (neben *sakhaṃ*, ebenfalls aus der Nominativform mit Verkürzung des *â* vor auslautendem ṃ nach den Lautgesetzen des Pâli [vgl. E. Kuhn, S. 18 und z. B. *kaññâ* = sskr. *kanyâ*, Acc. Sing. *kaññaṃ*] und *sakhâraṃ* Reflex des sanskritischen Acc. Sing. *sákhâyam* mit *r* für *y*, vgl. E. Kuhn, S. 43). Aus den Veden habe ich schon in der Vollst. Gramm. d.

Sskritspr. S. 296 n. 3 *abhîrú-ṇam* in der VS. VI. 17 hiehergezogen und augenscheinlich hat es Mahîdhara ebenso gefaßt, denn er leitet es, ohne — gerade wie bei *çvanínam* — eine Bemerkung über das *n* zu machen, von *abhîru* ab; ebenso habe ich im Glossar zu der Chrestomathie S. 26 *abhimâtí-nam* in Rv. I. 85, 3 gefaßt; Sâyaṇa macht, wie Mahîdhara, keine Bemerkung über das *n*, erklärt das Wort aber, gerade wie die übrigen Ableitungen von *abhimâti*, durch *çatru*. Das Petersburger Wörterbuch hat zwar diese Auffassung nicht angenommen, sondern, vielleicht durch die Verschiedenheit der Accentuation bestimmt, — welche aber schwerlich ins Gewicht fällt und hier vielleicht durch die antisanskritische Casusform und die Analogie von Wörtern auf primäres *úna* (Vo. Gr. S. 157) und sekundäres *in* herbeigeführt ist — Themen, von denen sich sonst keine Spur findet und welche für sehr bedenklich gelten können, nämlich *abhîrúṇa* (es giebt aber kein sekundäres Affix *na* mit dieser Accentuation, s. Vo. Gr. S. 238) und *abhimâtín* (es giebt aber bis jetzt nur eine von der Grammatik gelehrte und anzuerkennende Ableitung durch sekundäres *in* von einem Thema auf *i* nämlich *vrîhin* von *vrîhí* Vo. Gr. § 563, I. 3, c, Pâṇ. V. 2, 116) aufgestellt; allein selbst noch ein Beispiel — und sich dabei auf meine Gramm. berufend — in *khâdí-nam* Rv. VI. 16,40 von *khâdí* hinzugefügt. Ich darf jedoch nicht bergen, daß ich dem Ptsb. Wtbch. hier nicht beizustimmen vermag; ich sehe darin den Accus. Sing. von *khâdín*, gebildet durch das primäre Affix *in* von *khâd* und diese selbe Bildung erkenne ich auch in Rv. II. 34, 2 und X. 38, 1 wo das Ptsb. Wtbch. wiederum eine Ableitung von *khâdí* durch sekundäres *in* annimmt. Da-

gegen gehört hieher aus dem MBhârata *çûlapâṇinam* (ed. Calc. T. III. p. 315 v. 250).

§. 12.

In der Abhandlung 'Ueber die Indogermanischen Endungen des Genetiv Singularis *ians* u. s. w.' (in den Abhandlgen d. Kön. Ges. der Wiss. Bd. XIX) S. 33; 34; insbesondere 37, § 13 habe ich schon die Entstehung der Casusendungen, welche mit *n* anlauten, kurz angedeutet: sie sind in letzter Instanz aus Casus von Pronominibus hervorgegangen, welche mit hinten angeschlossenem Pronomen *na* zusammengesetzt sind, wie z. B. grdsprachlich *ai-na* (= sskr. *e-na*, lat. *oi-no* u. s. w.), *ki-na* (= zend. *çi-na*, griech. **κι-ν** für **κι-νο**). Indem die Zusammensetzungen dem Sprachbewußtsein gegenüber die Bedeutung und den Charakter einfacher Wörter annahmen, verlor sich die eigentliche Bedeutung des mit *n* anlautenden Theiles und er wurde nicht mehr als Casus des Pronomens *na*, sondern als Casuszeichen des damit zusammengesetzten Elements gefaßt, so z. B. ward in dem vedischen Instrumental *enấ*, *enâ* und in der Saṃhitâ einmal (I. 173, 9) *ena* (dreimal noch im Pada, wo aber die Saṃhitâ *enâ* hat V. 2, 11; IX. 96, 2; X. 108, 3), welcher auch adverbial gebraucht wird und, wie schon der Accent vermuthen läßt, zu dem zusammengesetzten *ená* gehört (vgl. *enấm* Rv. VIII. 6, 19), nicht mehr gefühlt, daß das auslautende *nâ* der Instrumental von *na*, regelrecht durch Hinzutritt des Exponenten *â* (wie in den Veden noch oft und im Zend durchweg auch von Nominibus auf *a*) gebildet sei; sondern es schien vielmehr in seiner Totalität Exponent des Instrumentals in der Form *enâ*. Es drang daher schon in der Grundsprache wenigstens in die

Declination eines andern, nicht mit *na* zusammengesetzten, Pronomens, nämlich des Pronom. relat. *ya* und bildete dessen Instrumental: grdsprl. *yai-nâ* (über dessen *i* ich an einem andern Orte handeln werde), belegt durch sskrit. *yéna*, Instrum. und Adv. = griech. εἱνε- in εἵνε-κα und ἵνα.

In andre Pronominal- oder gar Nominalcasus scheinen Casus des Pronomens *na* in der Indogermanischen Zeit noch nicht gedrungen zu sein. Wohl aber setzte sich ein durch das Femininalcharacteristicum *iâ* gebildetes Fem. desselben, *niâ*, schon damals mehrfach an die Stelle von *iâ*, gerade wie sich der Instrum. *nâ* in *yai-nâ* an die Stelle von *â* setzte. So sind die sskrit. Feminina auf *nî* (mit *î* für *iâ*), wie *Indrâ-ṇî* von *Indra*, die griech. auf urspr. νια, wie θέαινα für θεα-νια von θεό u. s. w. zu erklären, welche ich Or. und Occ. I. 263 ff. irrig gedeutet habe *).

§. 13.

Zu der Zeit der arischen Einheit drang der Genetiv. Plur. *nâm* für *na-âm* in den Genetiv fast aller vocalisch auslautenden Nomina, im Zend jedoch nur als etwa gleich berechtigte Nebenform der Endung *ăm* = ursprünglichem *âm*, im Sanskrit dagegen als fast schon allein herrschende; denn in den Veden erscheinen nur selten hieher gehörige Genetive Plur. mit bloßem *âm* statt *nâm*; zugleich hat sie sich hier auch in zwei auf Consonanten auslautende Zahlwörter gedrängt, *catur-ṇấm* und *shaṇṇâm* von *shash*.

*) Die Verbesserungen, welche in Uebereinstimmung mit der hier gegebenen Erklärung im Einzelnen zu machen sind, ergeben sich mit Leichtigkeit. Sollte mir vergönnt sein, die Sammlung meiner kleinen Schriften, welche unter meiner Aufsicht jetzt vorbereitet wird, noch bei meinem Leben so weit geführt zu sehen, dann werde ich sie selbst vollziehen.

Im Sanskrit hat sich die schon in der Grundsprache in *yai-nâ* eingedrungene Form des Instrumentals Sing. von *na* statt der Instrumentalendung *â* auch über die übrigen vocalisch auslautenden Themen der Mscul. und Neutra der Pronomina, Pronominalia und Nomina ausgedehnt z. B. von den Pronom. *ta ténâ*, *téna*, von *amú* (unter *adás*) *amúnâ*, von dem Pronominale *pû́rva pû́rveṇa*, von *agní agnínâ* u. s. w. Eine andre noch weitere Verbreitung ursprünglicher Casus von *na* werden wir am Ende dieses § erwähnen.

In den arischen Volkssprachen Indiens dringen die ursprünglich aus *na* hervorgegangenen auch statt andrer nominalen Endungen in die nominale Declination ein; schwerlich aber wurde ihre ursprüngliche Bedeutung auch nur im geringsten gefühlt; sondern wahrscheinlich traten sie nur nach Analogie von *nâ* für *â* im Instr. Sing. und *nâm* für *âm* im Gen. pl. an die Stelle der ursprünglichen ohne das anlautende *n*. Dafür spricht auch, daß sie wie im Sskrit *nâ* ebenfalls nur an vocalisch auslautende Themen Msc. und Ntr. treten und zwar außer im Nom.-Voc.-Acc. Ntr. pl. nur an solche auf *i* und *u*. Es sieht danach fast so aus als ob die Sprache das *n* wie eine phonetische Einschiebung zur Vermeidung des Hiatus zwischen dem vocalischen Auslaut des Themas und dem vocalischen Anlaut der Endung gefühlt habe.

So tritt im Gen. Sing. im Pâli *no*, im Prâkrit ṇo (beide für sskr. *nas*) statt *o* (= sskr. *as*) an, z. B. von *aggi*, m. *aggino*, *aggiṇo*, von Pâli *sappi*, n. *sappino*, von Prâkr. *dahi*, n. *dahiṇo;* von Pâli *bhikkhu*, m. *bhikkhuno*, von *madhu madhuno*; im Prâkr. von *bandhu*, m. *bandhuṇo*, von *mahu*, n. *mahuṇo*.

Ebenso im Pâli im Abl. *nâ* für *nât* wie der

alte Abl. von *na* im Sskr., wenn er darin gebraucht würde, lauten würde, z. B. *agginâ, sappinâ, bhikkhunâ, madhunâ.*

Ferner im Prâkrit im Nom.-Voc.-Acc. Pl. m. *aggiṇo, bandhuṇo.* Im Pâli gehören hieher nur wenige Fälle, nämlich von *sakhi* Nom.-Voc.-Acc. pl. *sakhi-no* aus dem Thema, und *sakhâ-no* aus dem Nom. Sing. (vgl. *sakhâ-nam* in § 11) gebildet; ferner von *jantu: jantu-no* und von *sahabhû: sahabhu-no*, so wie von *sabbaññû: sabbaññu-no* (E. Kuhn, 80; 82; 83).

Endlich im Pâli im Nom.-Voc.-Acc. pl. des Ntr. und zwar auch derer auf *a*; so von *citta: cittâ-ni*, von *aṭṭhi: aṭṭhîni*, von *madhu: madhûni.* Doch erscheinen, wie in den Veden, auch die Formen ohne *ni*, beruhend auf Zusammenziehung der ursprünglichen Auslaute *a-â*, *i-â*, *u-â* zu bzw. *â*, *î*, *û*.

Aus den Veden gehört zu dieser Erweiterung der Genetiv Sing. m. *cấru-ṇas* (Rv. VIII, 5, 14), als Beisatz des msc. *máda.* Aus dem MBhârata (in meiner Chrestomathie S. 51, 5) *çûlapâṇi-nas.*

Die Endungen mit anlautendem *n* im Ntr. erscheinen im Sskr. nicht bloß in demselben Umfang, sondern auch in den in diesen Volkssprachen nicht bewahrten Casus; also wie in jenen im Sing. Gen. *nas* und Nom.-Acc.-Voc. *ni,* welches aber, wie bemerkt, in den Veden sehr oft fehlt. Die Endungen lauten also im Sanskrit S. Inst. *i-nâ*, *u-nâ;* Dat. *i-ne, u-ne*; Gen.-Abl. *i-nas, u-nas*; Dual, Nom.-Voc.-Acc. *i-nî, u-nî*; Gen.-Loc. *i-nos*, *u-nos*; Plur. Nom.-Voc.-Acc. *â-ni*, *î-ni*, *û-ni.*

Es ist aber bekannt, daß außer im Nom.-Voc.-Acc. fast durchweg auch die entsprechenden masculinaren Endungen verstattet sind, und in den Veden sind die speciell neutralen Formen mit

anlautendem *n* noch verhältnißmäßig selten. Beachten wir nun, daß in diesen Volkssprachen alle ursprünglich vocalisch anlautende Endungen, deren Casus in ihnen bewahrt sind, hinter *i*, *u* und im Nom.-V.-A. Pl. ntr. auch hinter *a* mit anlautendem *n* erscheinen, so liegt die Vermuthung nahe, daß einst auch dasselbe in den Casus bisweilen oder mehrfach Statt fand, welche in den uns bekannten Volkssprachen nicht bewahrt sind, daß also auch *ne* für *e* im Dat. Sing., *nos* für *os* im Gen.-Loc. Dual eintreten konnte. Dies vorausgesetzt liegt der Gedanke nahe, daß, wie das *nas* des Gen. welches in den Volkssprachen im Msc. und Ntr. eintreten konnte, im Sanskrit auf das Neutrum beschränkt ward, so auch *ne* und *nos* einst im Msc. und Ntr. zugleich gebraucht, im Sanskrit aber auf das Neutrum beschränkt wurden.

Ist diese Ansicht richtig, dann tritt uns hier dieselbe Erscheinung entgegen, welche wir schon mehrfach in Sprachen zu bemerken Gelegenheit hatten: daß nämlich, wenn sich zwei gleichbedeutende und ursprünglich auch der Form nach ganz gleiche oder für gleich geltende Bildungen grammatischer oder lexicalischer Art in einer Sprache nebeneinander erhalten haben, sie zur Unterscheidung von Begriffen oder grammatischen Categorien benutzt werden (vgl. die Abhandl. 'Das Indogermanische Thema des Zahlworts 'Zwei' ist *du*' in Abhandlungen der k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen Bd. XXI. S. 8). Die Formen mit oder ohne *n*, welche eine Zeitlang im Mscul. und Ntr. promiscue gebraucht waren, wurden, als diese, auf eigenthümliche Weise entwickelte, Religions- und Cultursprache zur vollendeten, vollkommenen (*sanskṛita*) gestaltet ward — insoweit es der Gebrauch nicht

hinderte (wie z. B. beim Instr. Sing., wo sich der Gebrauch im Mscul. zu sehr fixirt hatte) — so von einander geschieden, daß die mit *n* dem Ntr., die ohne dasselbe dem Mscul. zugewiesen wurden.

§ 14.

Ehe ich schließe erlaube ich mir — einerseits, weil es zur Ergänzung des über *na* und die daraus entwickelten Bildungselemente dient, andrerseits weil sich gerade hier die beste Gelegenheit darbietet, noch einen Irrthum in dem schon erwähnten Aufsatz (Or. u. Occ. I. S. 270) zu verbessern — nicht unbemerkt zu lassen, daß wie Feminina auf grdsprl. *niâ* (nach § 12) durch Zusammensetzung mit dem Fem. dieses Pronomens gebildet sind, so auch die Entstehung der sogenannten schwachen germanischen Declination auf Zusammensetzung mit diesem Pronomen beruht. Es ist mir jetzt nicht möglich, dies eingehend zu behandeln; ich muß mich daher darauf beschränken zu bemerken, daß zuerst sich Adjectiva dreier Geschlechter dadurch gebildet haben, im Msc. und Ntr. auf *na*, im Fem. *nâ*. Die Bed., welche *na* in dieser Zusammensetzung hat, scheint mir dieselbe zu sein, welche es im grundsprachl. *ai-na* 'dieses' (sskr. *ena*) und 'ein' (lat. *oino uno*) hat (vgl. die oben erwähnte Abhdlg: das Th. d. Indog. Zahlworts 'Zwei' ist *du* S. 14). Die dadurch gebildeten Adject. stehen zu den starken, durch Zusammensetzung mit dem Pron. relativum *ya* gebildeten, in dem Verhältniß, daß z. B. goth. Msc. Nom. *blinda* (Gen. *blindin-s*) für ursprüngliches *blinda-na-s* eigentlich 'ein blinder' einen bezeichnet, welcher diese Eigenschaft als eine inhärirende, dauernde hat, dagegen Msc. Nom. *blind-s* (Dat. *blindamma*) für *blinda-ji-s* eigentlich *blind-welcher*

(z. B. ein blinder Mann = ein Mann welcher blind ist) einen bezeichnet, welchem diese Eigenschaft zugeschrieben wird, ohne Rücksicht darauf ob sie inhärirend, dauernd ist, oder nur zur Zeit oder unter Umständen eintritt.

Von den Adjectiven aus ist diese schwache Form dann auch in die Declination vieler Substantiva gedrungen. Ob aber bloß durch Einfluß der innigen Verwandtschaft der Adjective und Substantive in den Indogermanischen Sprachen — in denen die Participien und primären Adjectiva gewissermaaßen den Schoos bilden, aus denen die Substantive ursprünglich hervorgegangen sind und noch später vielfach hervorgehen — oder ob auch ihnen dadurch die Bedeutung ein im Plur. einige gegeben werden sollte, wage ich nicht zu entscheiden. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß ich diese Erklärung der Germanischen schwachen, oder vielmehr *n*-Declination nur mit aller der Reserve gebe, zu welcher ein Nichtspecialist verpflichtet ist. Die Entscheidung darüber, ob sie haltbar ist, oder nicht, gebührt dem Germanisten, welcher zugleich Linguist ist.

§ 15.

Blicken wir auf § 13 zurück, so erhalten wir den unzweifelhaften Eindruck, daß die Casus-Endungen mit anlautendem *n* außer im Gen. Pl. M. F. N., Instr. S. M. N; Nom.-Voc.-Acc. Dualis und Plur. Ntr. und einigen andern Casus des Ntr. sicherlich in ächten alten vedischen Versen nicht vorkommen konnten, daß also die wenigen Formen andrer Art, welche wir angemerkt haben erst zur Zeit der Corruption an die Stelle anderer getreten sein und zwar gerade der ältesten, welche wir in den Veden so oft wieder herstellen

müssen. Ich nehme daher nicht den geringsten Anstand *abhîrúṇam* in *ábhîruam*, *abhimâtínam* in *abhímâtiam* zu verändern, beidemal des Metrums wegen mit Hiatus zu lesen; möglich daß die volkssprachliche Form sich gerade durch diesen Hiatus eindrängte. Auch im MBhârata sind *çûlapâṇinas* und *çûlapâṇinam* wahrscheinlich unter dem Druck des Metrums durch Einfluß der Volkssprache an die Stelle der sskrit. Formen getreten. Zweifelhafter bin ich ob auch für *çvanínam: çvanî'am* oder *çvani'am* (oder nach späterer Sitte *çvani'yam*) zu schreiben sei, wage aber nicht es zu entscheiden. Die Stelle ist in Prosa und die Vâjasaneyi-Sa*m*hitâ macht den Eindruck als ob manches in ihr verhältnißmäßig jung, also erst unter dem Einfluß der Volkssprachen abgefaßt sei. Im Mahâbh. ist natürlich an eine Aenderung nicht zu denken.

Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis M. Sars.

Von

Dr. Hubert Ludwig.

(Vorgelegt durch Ehlers).

In Fortsetzung meiner Studien [1]) über den Bau der Crinoideen mußte es mir ganz besonders wünschenswerth erscheinen den von M.

1) Diese Nachrichten 1876, Nr. 5; Nr. 13; ferner Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XXVI, p. 361, sowie XXVIII, 2tes Heft.

Sars entdeckten und beschriebenen [1]) Rhizocrinus lofotensis, den lebenden Repräsentanten der fossilen Apiocriniden, in den Bereich der Untersuchungen ziehen zu können. Dieser Wunsch wurde erfüllt durch die gütige Freigebigkeit des Herrn Prof. G. O. Sars in Christiania, der mir eine Anzahl wohlerhaltener Exemplare zur anatomischen Bearbeitung überschickte. Die Resultate meiner Untersuchung dieses interessanten Thieres gestatte ich mir in Kürze in den folgenden Zeilen mitzutheilen, indem ich für die genauere Darlegung der Einzelheiten, sowie für die vergleichende anatomische Verwerthung des Gefundenen auf die in nächster Zeit erscheinende ausführliche Publikation verweise.

Ich beginne mit den anatomischen Verhältnissen der Arme und Pinnulä, bemerke aber dabei im Voraus, dass keines der untersuchten Individuen sich in geschlechtsreifem Zustande befand, woraus der Mangel fast jeglicher Angabe über die Generationsorgane im Folgenden seine Erklärung findet. Unter dem hohen eine Cucticula tragenden Epithel der Tentakelrinne liegt der radiäre Nerv, dessen Strukturverhältnisse mit den früher von mir bei Antedon rosaceus und A. Eschrichtii beschriebenen übereinstimmen. Das Nervengefäß vermochte ich, wohl nur wegen der Kleinheit des Objektes, nicht mit Sicherheit zu erkennen. In dem Wassergefäße des Armes und der Pinnulä, dessen Seitenzweige sich am Rande der Tentakelrinne in drei Aeste für die drei Tentakel einer jeden Tentakelgruppe spalten, finden sich wie bei den Antedon- und Actinometra - Arten Muskelfäden, welche das

1) M. Sars, Mémoires pour servir à la connaissance des Crinoides vivants. Christiania 1868.

Lumen in dorsoventraler Richtung durchziehen; auch im Uebrigen ist die Anordnung der Muskulatur in den Wassergefäßen die gleiche wie bei den anderen genannten Crinoideen: es liegt nämlich in der ventralen Wand der radialen und pinnularen Wassergefäße ein Längsmuskelband, in den Rami tentaculares aber kommen auch in der dorsalen Wand Längsmuskelfasern vor (aber niemals Ringmuskelfasern, welche auch den Tentakeln durchaus fehlen). Die Tentakel sind mit Papillen besetzt, welche sich in ihrem Baue nicht von den Tentakelpapillen anderer Crinoideen unterscheiden. Unter dem Wassergefäße, zwischen ihm und den Kalkgliedern des Armes oder der Pinnula, liegt die Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme. Dieselbe ist in den Pinnulä sowie in dem der Scheibe ferner gelegenen Abschnitte der Arme nicht wie bei Antedon, Actinometra und Pentacrinus durch bindegewebige Membranen und Stränge in verschiedene Abtheilungen (Ventralkanal = Canalis subtentacularis, Dorsalkanal = Canalis coeliacus W. B. Carpenter) zerlegt, sondern stellt einen einzigen einfachen Hohlraum dar, den ich die radiale Leibeshöhle nenne. In dem der Scheibe näher gelegenen Abschnitte der Arme aber findet auch bei dem Rhizocrinus durch Bindegewebszüge eine Scheidung der radialen Leibeshöhle in einen Ventralkanal und einen Dorsalkanal statt. In demselben Abschnitte der Arme beobachtete ich bei einem Exemplare in der den Ventralkanal von dem Dorsalkanal trennenden Membran eine Andeutung des Genitalstranges. Die kugeligen Körper (corps sphériques Perrier) an der Basis der Saumläppchen anderer Crinoideen fehlen bei Rhizocrinus fast vollständig, nur in sehr geringer Zahl begegnet man ihnen; im Baue sind sie etwas verschieden von denjenigen

des Antedon. Die Wimpersäckchen, die ich früher bei anderen Crinoideen in dem Dorsalkanal der Pinnulä beschrieb, scheinen dem Rhizocrinus gänzlich zu mangeln.

Bezüglich der Anatomie der Scheibe, des Kelches und des Stengels sind die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung die folgenden. Die radiären Wassergefäße münden in einen den Mund umgebenden Wassergefäßring, dessen Lumen von zahlreichen Muskelfäden durchzogen wird. Den oralen Blutgefäßring gelang es mir nicht an meinen Präparaten deutlich zu erkennen, wohl aber den oralen Nervenring. Anhangsgebilde des Wassergefäßringes sind erstens die Mundtentakel, zweitens die Steinkanäle. Die Mundtentakel sind ihrer Zahl und Lagerung nach schon von M. Sars richtig beschrieben worden. Es sind deren im Ganzen viermal soviel als Interradialfelder vorhanden sind, also in der Regel zwanzig, mitunter aber auch sechszehn oder vierundzwanzig, selten sogar achtundzwanzig. In jedem Interradius also finden sich vier Mundtentakel, die zu je zweien dicht neben der Abgangsstelle eines radiären Wassergefäßes sich aus dem Wassergefäßringe erheben. Die Steinkanäle besitzen denselben Bau wie diejenigen von Antedon, sind aber in weit geringerer Zahl vorhanden. In einem jeden Interradius nämlich hängt am Wassergefäßring nur ein einziger Steinkanal. Auch nur ein einziger Kelchporus (Oeffnung in dem ventralen Perisom) findet sich in jedem Interambulacralfelde. Bei den regulär ausgebildeten fünfarmigen Exemplaren gibt es also fünf Steinkanäle und fünf Kelchporen. Perrier [1]) hat beobachtet, daß bei jungen Indi-

1) Arch. de Zool. expérim. II, 1873, p. 42.

viduen des Antedon rosaceus in einem jeden Interambulacrum der Scheibe nur eine Oeffnung vorhanden ist. Dieses für Antedon vorübergehende Stadium wird also bei Rhizocrinus dauernd festgehalten. Der Darmkanal gleicht in seinem Baue demjenigen der übrigen untersuchten Crinoideen. Er macht auch in seinem Verlaufe die gleiche Windung, indem er (das Thier von seiner Bauchseite aus betrachtet) von links nach rechts um die dorsoventrale Axe der Scheibe eine Spirale beschreibt, deren Endstück sich über das Anfangsstück lagert und alsdann in dem After ausmündet. Aehnlich wie in den Armen ist auch in der Scheibe die Leibeshöhle weniger complicirt als bei Antedon. Aus den Kalkstücken des Kelches erhebt sich das dorsale Organ, welches in seinem Baue übereinstimmt mit demjenigen des Antedon. Es lagert sich in der Leibeshöhle, wo es durch bindegewebige Stränge festgelegt wird, in einen Interradius und steigt, stets in demselben Interradius verbleibend, bis dicht neben den Mundeingang empor, woselbst seine Endigung mir nicht ganz klar geworden ist. Verfolgen wir nun das dorsale Organ in dorsaler Richtung. Es tritt durch die Rosette der in etwas anderer Weise wie bei Antedon umgewandelten Basalien und gelangt dann in das verdickte zum Kelche gehörige oberste Stengelglied. Hier erweitern sich fünf peripherisch und radiär gelegene Gefäße desselben zu fünf Kammern, die einen ähnlichen Bau haben wie die Kammern des gekammerten Organs bei Antedon. Die fünf Kammern setzen sich ebenso wie der von ihnen umschlossene Axenstrang (der von dem nicht erweiterten centralen Theile des dorsalen Organs gebildet wird) in den Stengel bis in dessen Wurzelranken fort. Die Kammern, sowie deren Fortsetzungen in den

Stengel sind umhüllt von derselben Fasermasse, die bei Antedon an den entsprechenden Stellen vorkommt. Da in dem ganzen Stengel und seinen Wurzelranken keine Muskeln vorkommen, so wird dadurch ebenso wie durch das Fehlen jeglicher Muskeln in den Cirrhen des Antedon die W. B. Carpenter'sche Auffassung der Faserstränge als Nervenstränge erschüttert. Von der die Kammern umgebenden Fasermasse gehen bei Rhizocrinus Faserstränge in die Arme, deren Verlauf in den Kelchgliedern im Wesentlichen derselbe ist wie bei Antedon und Encrinus, indem sie auch hier von fünf interradiären Stämmen ihre Entstehung nehmen und sich in den ersten Radialien durch Commissuren miteinander verbinden. Deutliche Gefäßbahnen konnten in den Fasersträngen der Arme und Pinnulä ebenso wenig wie bei Antedon wahrgenommen werden.

Die Skelettheile endlich können hier ganz übergangen werden, da sie durch M. Sars eine fast erschöpfende Beschreibung erfahren haben.

Göttingen 29. November 1876.

Ueber Phenoxylsäure.

(Vorläufige Mittheilung).

Von **H. Hübner** und **K. Buchka**.

Das zuerst von Wöhler und Liebig dargestellte Benzoylcyanid $C_6 H_5 . COCN$ zerfällt, wie diese Forscher nachwiesen, bei der Behandlung

mit Wasser oder leichter bei Erwärmung mit wässrigen Lösungen von Alkalien oder Säuren in Benzoesäure und Cyanwasserstoff, oder Alkalibenzoat und Cyanmetall.

Strecker wiederholte diese Versuche um zu prüfen ob neben der angeführten Umsetzung:

$$\text{I. } C_6H_5COCN + \underset{KOH}{KOH} = C_6H_5COOK + KCN + H_2O,$$

die zunächst durch die geringe Festigkeit bedingt wird mit der sich die sauren Gruppen CO und CN binden, nicht eine zweite Art der Umwandlung des Cyanids erfolge, die auf der ganallgemein auftretenden Ueberführung der Cyanz gruppe in die Carboxylgruppe beruhe:

$$\text{II. } C_6H_5COCN + \underset{HOH}{KOH} = C_6H_5.CO.COOK + NH_3.$$

Es fragte sich also ob hier wie in der Oxalsäure oder der zuerst von Wöhler und Liebig beobachteten Mesoxalsäure, Kohlenoxyd mit einer Corboxylgruppe vereint bleiben hönne.

Strecker wollte es nicht gelingen die Säure $C_6H_5.COCOOH$ aufzufinden.

Wir haben schön krystallisirtes bei 32—33° schmelzendes Benzoylcyanid in zugeschmolzenen Röhren mit Eisessig, der mit trockenem Salzsäuregas gesättigt worden war, 2—3 Stunden lang auf 140° erhitzt.

Es bildeten sich dann einige Salmiakkrystalle und aus der von diesen abgegossenen gelbbraunen Flüssigkeit wurde durch Wasser eine gelbbraune, stickstoffhaltige, krystallinische Masse gefällt.

Die mit Wasser gewaschene gelbbraune Verbindung konnte leicht in Alkohol oder Essig-

säure gelöst werden und schied sich aus diesen Lösungen in sehr kleinen gelben Krystallen aus. Diese Verbindung ist vielleicht das Amid C_6H_5. CO. CO. NH_2.

Durch kochendes Wasser wird diese gelbe Krystallmasse nicht verändert, wässrige Lösungen der Alkalien oder Salzsäure wandelen dieselbe aber in eine Säure um, die in farblosen Nadeln krystallisirt und nach einer vorläufigen Prüfung bei 111° zu schmelzen scheint.

Diese Säure scheint in Wasser leichter löslich zu sein als Benzoesäure und ist im Gegensatz zu dieser letztgenannten Säure nicht mit Wasserdampf flüchtig.

Das in farblosen Tafeln krystallisirende Bariumsalz der neuen Säure ist, wie es scheint weniger löslich wie Bariumbenzoat und giebt bei 150° kein Krystallwasser ab, während das Bariumbenzoat schon bei 110° zwei Moleküle Krystalwasser verliert.

0,4568 Gr. des bei 150° getrockneten neuen Bariumsalzes gaben 0,2444 Gr. SO_4Ba oder 0,1437 Gr. Ba entsprechend 31,45 Prc. Ba.

Berechnet für Bariumphenoxylat: $(C_6H_5.COCOO)_2Ba$	Gefunden:	Berechnet für Bariumbenzoat: $(C_6H_5COO)_2Ba$
31,49 Prc. Ba	31,45 Prc. Ba	36,14 Prc. Ba.

Diese Beobachtungen lassen wohl schon jetzt keinen Zweifel darüber, daß man es hier mit der Säure

$$C_6H_5COCOOH$$

zu thun hat.

Eine ausführliche Untersuchung derselben werden wir bald folgen lassen.

Göttingen, den 15. December 1876.

Bei der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften im Monat August, September, October 1876 eingegangene Druckschriften.

(Fortsetzung).

Piot, Cartulaire de l'abbaye de Saint-Trond. T. II. Brux. 1875. 4.
Mémoires couronnés et autres Mém. Collection in 8. T. XXIV—XXVI. Brux. 1875.
Annuaire de l'Acad. roy. des sciences de Belgique. 1876. Brux. 1876.
Memorie del Reale Istituto Lombardo. Classe di scienze matematiche e naturali. Vol. XIII. IV della serie III. Milano 1875. 4.
Idem, Cl. di lettere e sci. morali e politiche. Vol. XIII. IV della Serie IIIa.
Rendiconti. Ser. II. Vol. VII. Fasc. 17—20. Milano 1874.
Idem Serie II. Vol. VIII. Fa c. 1—20. 1875.
Kölliker, über die Placenta der Gattung Tragulus. Würzburg 1876.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd. VI. Jahrg. 1874. H. 2. 1876
Jahresbericht des physik. Vereins zu Frankfurt a. M. 1874—75. — 1876.
Bulletin de l'Académie imp. des Sciences de St. Petersbourg. T. XXI. No. 5. T. XXII. No 2. 1876. 4.
Proceedings of the London mathemat. Society. No. 91—96.
Bulletin de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique. T. 41. No. 6. T. 42. No. 7—8. 1876.
Archives Néerlandaises des Sciences exact. et natur. T. X. No. 4, 5. T. XI. No 1.
H. Hoffmann, Zur Speciesfrage. Harlem 1875. 4.
Naturkundig Tijdschrift vor Nederlandsch-Indié. D. XXXIV. Batavia 1874.
Archives du Musée Teyler. Vol. IV. 1. Harlem 1876.
Annalen der Sternwarte in Leiden. Bd. IV. Haag 1875. 4.
Handelingen en Mededeelingen van de Maatschappij der nederlandsche Letterkunde te Leiden over het Jaar 1875. Leiden 1875.
Levensberichten der afgestorvene Medeleden van de Maatsch. 1875.
Verhandl. d. naturwiss. Vereins in Karlsruhe. 7. Heft. 1876.
Annales de l'Observat. roy. de Bruxelles. 7—9. 1876.

Mémoires de la Soc. nat. des sciences natur. de Cherbourg. T. XIX. 1875.
Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrg. 1876. Bd. XXVI Wien. (No. 2).
Haas, Catalogue of Sanskrit and Pali Books in the British Museum. London 1876. 4.
Bulletin de l'Acad. imp. des Sciences de St. Petersbourg. T. XXII. No. 1. 1876. 4.
Verhandlungen des histor. Vereins von Oberpfalz und Regensburg. Bd. 31. Stadtanhof. 1875.
Wolf, Astronomische Mittheilungen XXXX. Zürich 1876.
Nature 358. 359. 360. 361.
Archivos do Museu national do Rio de Janeiro. Vol. I. 1876. 4.
Bremisches Jahrbuch. Bd. 8. 1876.
Verein für die Deutsche Nordpolarfahrt in Bremen VI—VII. Bremen 1876.
The Transactions of the Acad. of Science of St. Louis. Vol. III. No. 3. 1876.
Proceedings of the Acad. of nat. Science of Philadelphia. Part I—III. 1875—76.
Proceed. of the Amerikan Acad. of arts and sciences. New. Ser. Vol. III. Boston 1876.
Bulletin de la Soc. mathém. de France. T. IV. No. 4-5. 1876.
Schoemann, M. T., Ciceronis de natura deorum. Ed. quarta. Berlin 1876.
Monatsbericht der k. Pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Juni 1876.
Vierteljahrsbericht der naturforschend. Gesellschaft in Zürich. Jahrg. 19 u. 20. 1874-75.
Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens. 9. Heft. Yokohama 1876. fol.
Das schöne Mädchen von Pao. Capit. 2. Yokohama. fol.
Glaisher, On a class of Identical Relations in the Theory of Elliptic Functions. London 1875. 4.
Leopoldina XII No. 17—18. 1876.
Nature 362—366.
Wüstenfeld, Das geogr. Wörterbuch des Bekri. Bd. II. 1. Göttingen 1876.

Fortsetzung folgt.

(Schluß des Jahrgangs 1876).

